

Activité physique

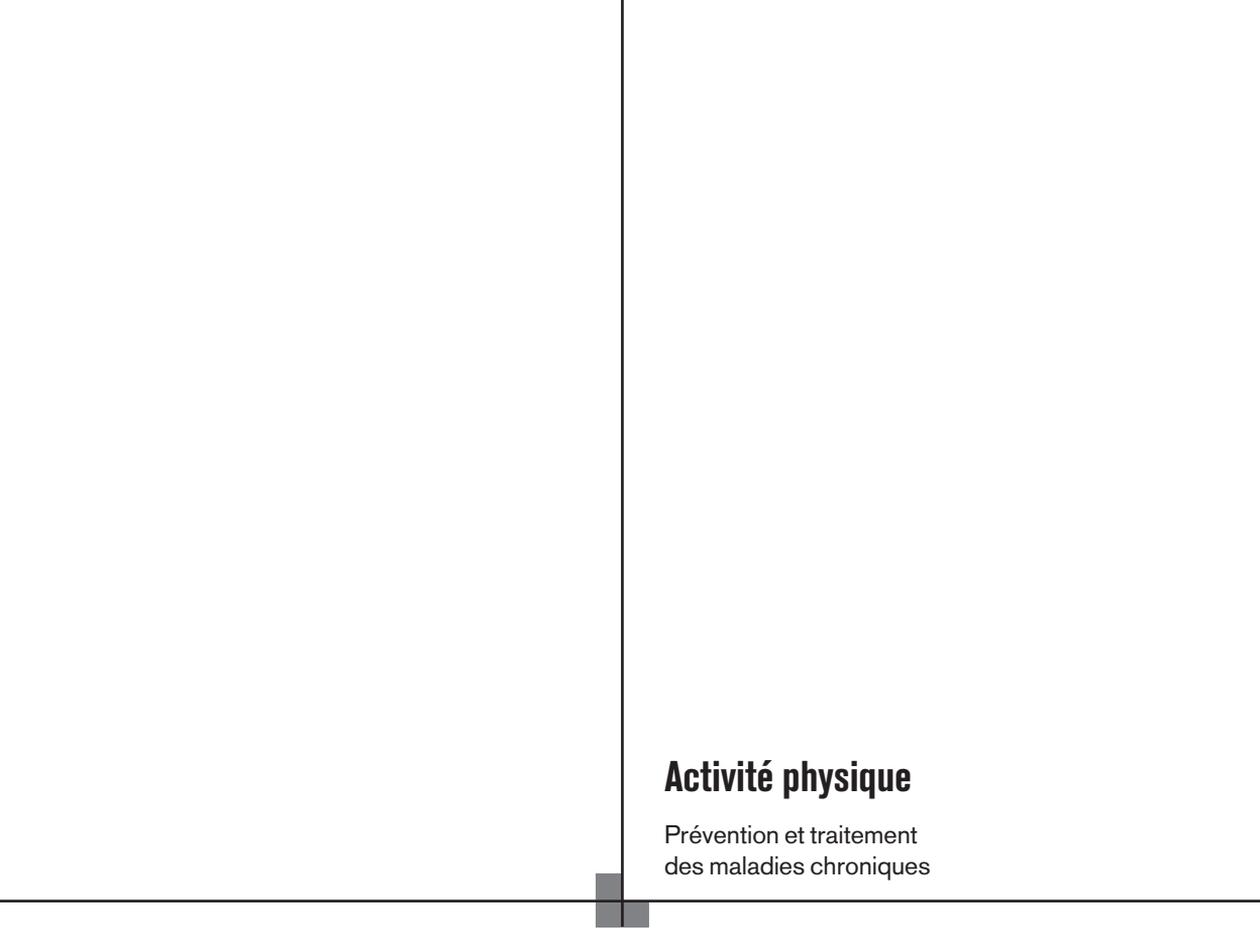
Prévention et traitement
des maladies chroniques

Expertise collective



Inserm

La science pour la santé
From science to health



Activité physique

Prévention et traitement
des maladies chroniques

© **Les éditions Inserm**

- Hépatite C. Transmission nosocomiale. État de santé et devenir des personnes atteintes. 2003
- Santé des enfants et des adolescents, propositions pour la préserver. Expertise opérationnelle. 2003
- Tabagisme. Prise en charge chez les étudiants. 2003
- Tabac. Comprendre la dépendance pour agir. 2004
- Psychothérapie. Trois approches évaluées. 2004
- Déficiences et handicaps d'origine périnatale. Dépistage et prise en charge. 2004
- Tuberculose. Place de la vaccination dans la maladie. 2004
- Suicide. Autopsie psychologique, outil de recherche en prévention. 2005
- Cancer. Approche méthodologique du lien avec l'environnement. 2005
- Trouble des conduites chez l'enfant et l'adolescent. 2005
- Cancers. Pronostics à long terme. 2006
- Éthers de glycol. Nouvelles données toxicologiques. 2006
- Déficits auditifs. Recherches émergentes et applications chez l'enfant. 2006
- Obésité. Bilan et évaluation des programmes de prévention et de prise en charge. 2006
- La voix. Ses troubles chez les enseignants. 2006
- Dyslexie, dysorthographe, dyscalculie. Bilan des données scientifiques. 2007
- Maladie d'Alzheimer. Enjeux scientifiques, médicaux et sociétaux. 2007
- Croissance et puberté. Évolutions séculaires, facteurs environnementaux et génétiques. 2007
- Activité physique. Contextes et effets sur la santé. 2008
- Autopsie psychologique. Mise en œuvre et démarches associées. 2008
- Saturnisme. Quelles stratégies de dépistage chez l'enfant. 2008
- Jeux de hasard et d'argent. Contextes et addictions. 2008
- Cancer et environnement. 2008
- Tests génétiques. Questions scientifiques, médicales et sociétales. 2008
- Santé de l'enfant. Propositions pour un meilleur suivi. 2009
- Transplantation d'organes. Quelles voies de recherche ? 2009
- Santé des enfants et des adolescents. Propositions pour la préserver. 2009
- Réduction des risques infectieux chez les usagers de drogues. 2010
- Téléphone et sécurité routière. 2011
- Stress au travail et santé. Situation chez les indépendants. 2011
- Reproduction et environnement. 2011
- Médicaments psychotropes. Consommations et pharmacodépendances. 2012
- Handicaps rares. Contextes, enjeux et perspectives. 2013
- Pesticides. Effets sur la santé. 2013
- Conduites addictives chez les adolescents. Usages, prévention et accompagnement. 2014
- Inégalités sociales de santé en lien avec l'alimentation et l'activité physique. 2014
- Activité physique et prévention des chutes chez les personnes âgées. 2015

© **Éditions EDP Sciences**

- Déficiences intellectuelles. 2016
- Agir sur les comportements nutritionnels. 2017



Ce logo rappelle que le code de la propriété intellectuelle du 1^{er} juillet 1992 interdit la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants-droits.
Le non-respect de cette disposition met en danger l'édition, notamment scientifique.

Activité physique

Prévention et traitement
des maladies chroniques

Expertise collective



La science pour la santé ———
————— From science to health

Ce rapport présente les travaux du groupe d'experts réunis par l'Inserm dans le cadre de la procédure d'expertise collective (voir annexe) pour répondre à la demande du Ministère chargé des sports concernant la prévention et le traitement des maladies chroniques par l'activité physique.

Ce travail s'appuie essentiellement sur les données issues de la littérature scientifique disponible lors du dernier trimestre 2016. Près de 1 800 documents ont été rassemblés à partir de l'interrogation de différentes bases de données (*Medline*, *PsychINFO*, *BDSP*, *Cochrane*, *Cairn*, *Saphir*, *Web of Sciences*, *Scopus*).

Le Pôle d'expertise collective de l'Inserm, rattaché à l'Institut thématique Santé publique, a assuré la coordination de cette expertise.

Pour citer ce document :

Inserm. Activité physique. Prévention et traitement des maladies chroniques. Collection Expertise collective. Montrouge : EDP Sciences, 2019.

Pour accéder aux expertises collectives en ligne :

<http://ipubli-inserm.inist.fr/handle/10608/1>

<http://www.inserm.fr/thematiques/sante-publique/expertises-collectives>

Experts et auteurs¹

Julie BOICHE, Laboratoire Epsilon EA 4556, Université de Montpellier

François CARRÉ, Laboratoire Traitement du signal et de l'image (LTSI), UMR Inserm 1099, Biosit biologie, santé, innovation technologique, SFR UMS CNRS 3480, Inserm 018, Université de Rennes 1 et service de médecine du sport, CHU de Rennes

Béatrice FERVERS, Département Cancer et environnement, Centre Léon Bérard, Université Lyon 1 et Centre de Recherche en Cancérologie de Lyon, UMR Inserm 1052-CNRS 5286, Lyon

Damien FREYSSENET, Laboratoire Inter-universitaire de biologie de la motricité (LIBM), EA 7424, Université de Lyon, Université Jean Monnet, Saint Etienne

Isabelle GREMY, Direction des maladies non transmissibles et traumatismes, Santé publique France, Paris

Thibaut GUIRAUD, Inserm UMR 1048, Université Paul Sabatier, Institut des maladies métaboliques et cardiovasculaires (I2MC), Toulouse et Clinique Cardiocéan, ORPEA/CLINEA, La Rochelle

Cédric MORO, Inserm UMR 1048, Université Paul Sabatier, Institut des maladies métaboliques et cardiovasculaires (I2MC), Toulouse

Christelle NGUYEN, Faculté de Médecine Paris Descartes, Université Paris Descartes, Inserm UMR 1124, Faculté des Sciences Fondamentales et Biomédicales et Service de Rééducation et de Réadaptation de l'Appareil Locomoteur et des Pathologies du Rachis, Hôpital Cochin, Paris

Grégory NINOT, Laboratoire EA 4556 Epsilon et Plateforme CEPS, Université de Montpellier et Département des Soins de Support, Institut du Cancer de Montpellier

Claire PERRIN, Laboratoire sur les vulnérabilités et l'innovation dans le sport, EA 7428, Université Claude Bernard, Lyon 1/MSH Lyon-St Étienne – Université de Lyon, Lyon

Serge POIRAUDEAU, Faculté de Médecine Paris Descartes, Université Paris Descartes, Inserm UMR 1153, Service de Rééducation et de Réadaptation de l'Appareil Locomoteur et des Pathologies du Rachis, Hôpital Cochin et Institut Fédératif de Recherche sur le Handicap, Paris

Alain VARRAY, Laboratoire EUROMOV Mouvement et Santé, EA 2991 et École Doctorale 463 Sciences du Mouvement Humain, Université de Montpellier

Agnès VINET, Laboratoire de Pharm-Écologie Cardiovasculaire, Département Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives, Université d'Avignon

Guillaume WALTHER, Laboratoire de Pharm-Écologie Cardiovasculaire, Département Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives, Université d'Avignon

1. Les experts et les personnes auditionnées ont signé une déclaration de liens d'intérêts conformément aux dispositions de la Charte de l'expertise à l'Inserm.

Le groupe d'experts et le Pôle d'expertise collective de l'Inserm souhaitent rendre hommage au Professeur Serge Poiraud, décédé le 25 mars 2017. Chef du Service de Rééducation et de Réadaptation de l'Appareil Locomoteur et des Pathologies du Rachis de l'Hôpital Cochin, responsable de l'Équipe ECAMO « Épidémiologie clinique appliquée aux maladies ostéo-articulaires » au sein du Centre de Recherche Épidémiologie et Statistique Sorbonne Paris Cité (CRESS-UMR 1153) et directeur de l'Institut Fédératif de Recherche sur le Handicap depuis janvier 2016, Serge avait accepté avec enthousiasme de participer à l'expertise. Malgré la dégradation de son état de santé, il avait tenu à poursuivre cette activité qui lui tenait à cœur, à assurer avec courage son travail d'analyse et à participer aux discussions du groupe.

Ont présenté une communication

Isabelle AMADO, Centre ressource en remédiation cognitive et réhabilitation psychosociale, Hôpital Sainte Anne, Paris

Xavier BIGARD, Union Cycliste Internationale (UCI), Aigle, Suisse

Isabelle BOUTRON, Inserm, UMR 1153, Université Paris Descartes, Centre d'épidémiologie clinique, Hôpital Hôtel-Dieu, APHP, Paris

Martine DUCLOS, Clermont Université, Université d'Auvergne, Unité de Nutrition Humaine ; INRA, UMR 1019, UNH, CRNH Auvergne ; CHU Clermont-Ferrand, Service de Médecine du Sport et des Explorations Fonctionnelles, Clermont-Ferrand

Elsa HEYMAN, Université de Lille, Université Artois, Université Littoral Côte d'Opale, EA 7369 – URePSSS – Unité de Recherche Pluridisciplinaire Sport Santé Société, Lille

Lise ROCHAIX, Université Paris 1 Panthéon Sorbonne, Hospinomics, Hôpital Hôtel-Dieu, Paris ; Marlène GUILLON, Université de Montpellier

Brigitte SANDRIN, Association française pour le développement de l'éducation thérapeutique (Afdet), Paris

Coordination scientifique, éditoriale, bibliographique et logistique

Pôle Expertise Collective de l'Inserm

Responsable : Laurent FLEURY

Coordination de cette expertise : Catherine CHENU, Fabienne BONNIN

Documentation : Chantal GRELLIER

Édition scientifique : Anne-Laure PELLIER

Secrétariat : Cécile GOMIS

Autres contributions et relecture : Véronique DUPREZ, Marie-Christine LECOMTE, Anne ROCHAT

Sommaire

Introduction	XI
Analyse	1
I. Approches transversales	3
1. Épidémiologie	5
2. Logiques et modalités d'intervention en activité physique auprès des malades chroniques : approches sociologiques	49
3. Motivation et barrières à l'activité physique chez la personne malade chronique : processus motivationnels, antécédents et stratégies d'intervention	101
4. Approche psychologique de la maladie chronique	141
5. Évaluation des programmes d'activité physique à visée de santé	169
6. Mécanismes moléculaires du déconditionnement musculaire et des adaptations musculaires à l'exercice dans les pathologies chroniques	193
II. Approches par pathologies	235
7. Notions préalables	237
8. Obésité et diabète de type 2	249
9. Pathologies coronaires	299
10. Insuffisance cardiaque chronique	327
11. Artériopathie oblitérante des membres inférieurs	387
12. Accidents vasculaires cérébraux	411
13. Bronchopneumopathie chronique obstructive	447
14. Asthme	481
15. Pathologies ostéo-articulaires	487
16. Cancers	547
17. Dépression	611

Communications	635
Évaluation économique des programmes d'activité physique chez les patients atteints de pathologies chroniques.....	637
Diabète de type 1 et exercice	665
Activité physique, schizophrénie et autres pathologies mentales	695
Synthèse et recommandations	707
Synthèse	709
Recommandations.....	771
Glossaire	795
Annexe : Expertise collective Inserm : principes et méthode	803

Introduction

Avec le vieillissement de la population et l'allongement de l'espérance de vie, le nombre de personnes atteintes d'une ou de plusieurs maladies chroniques ne cesse de s'accroître. Un français sur quatre souffre d'une maladie chronique, et trois sur quatre après 65 ans. Être atteint d'une maladie chronique augmente les risques de complications, de situations de dépendance et de précarité sociale préjudiciable à la qualité de vie. Ces pathologies représentent une charge de plus en plus lourde pour les malades et pour le système de santé. La prévention des complications, des récidives, des exacerbations et des aggravations des maladies chroniques est un enjeu majeur tant pour le bien-être des personnes que pour la pérennité de notre système de santé.

Les bénéfices de la pratique d'une activité physique, adaptée si nécessaire, l'emportent sans conteste sur les risques encourus, quel que soit l'âge et l'état de santé des personnes. C'est ce que confirme l'expertise collective de l'Anses publiée en février 2016 intitulée « Actualisation des repères du Plan national Nutrition Santé (PNNS) relatifs à l'activité physique et à la sédentarité ». Elle reprend les résultats de l'expertise Inserm 2008 « Activité physique. Contextes et effets sur la santé » en les complétant. Ces deux expertises mettent en exergue les multiples bénéfices de l'activité physique en prévention primaire avec un effet d'autant plus important sur la réduction de la mortalité et de l'incidence des maladies chroniques que l'activité physique est régulière, intense et soutenue dans le temps. Elles insistent sur les effets bénéfiques de l'activité physique en tant que soin complémentaire, ou traitement curatif pour certaines pathologies chroniques. Parallèlement, dans son rapport publié en 2011, la Haute Autorité de santé² propose des voies d'améliorations pour le développement de la prescription des thérapies non médicamenteuses validées qui incluent l'activité physique.

Les effets avérés de l'activité physique sur la réduction des complications, notamment des comorbidités et des multimorbidités, sur l'amélioration de la qualité de vie des personnes atteintes de maladies chroniques et sur leur autonomie, ont conduit à l'inscription de la « prescription » d'activité physique dans le Code de la santé publique. La loi de modernisation du système de santé de 2016 stipule en effet que « dans le cadre du parcours de soins

2. HAS. Développement de la prescription de thérapeutiques non médicamenteuses validées. Rapport d'orientation. Avril 2011.

des patients atteints d'une affection de longue durée, le médecin traitant peut prescrire une activité physique adaptée à la pathologie, aux capacités physiques et au risque médical du patient ». Ses décrets d'application du 30 décembre 2016 précisent les conditions de dispensation de l'activité physique adaptée prescrite par le médecin traitant à des patients atteints d'une affection de longue durée. L'intervention en activité physique adaptée prend ainsi sa place dans le parcours de soin en tant qu'intervention non médicamenteuse, thérapeutique ou complémentaire des autres traitements. Elle doit bien entendu s'articuler avec les programmes d'éducation thérapeutique du patient inscrits dans la loi HPST³ depuis 2009, et viser une autonomisation et une pérennité de la pratique.

Inclure l'activité physique dans le parcours de soin et dans le quotidien des personnes atteintes de pathologies chroniques, les accompagner vers une pratique autonome et pérenne implique de mettre en place des collaborations entre tous les acteurs des secteurs sanitaire, social et médico-social, de l'activité physique et sportive. Cela invite également à réfléchir à des partenariats entre le système de soins et les structures de droit commun qui encadrent des activités physiques de loisirs. Cela impose aussi de s'intéresser aux déterminants permettant d'assurer la continuité de l'activité physique lors du passage d'un programme d'activité physique supervisé, le plus souvent dispensé dans un service de soins ou de réadaptation, à une pratique autonome lors du retour au domicile.

Au regard de ses bénéfices multiples chez les patients atteints de maladies chroniques, l'intégration dans le parcours de soin de programmes d'activités physiques adaptées qui puissent trouver leur place dans le parcours de vie de chacun, est un enjeu majeur de santé publique. Il doit mobiliser l'ensemble des acteurs directement concernés mais également être porté par les politiques publiques dans leur ensemble, qu'elles concernent la santé, le sport, mais également l'urbanisme, les transports ou l'aménagement du territoire⁴.

C'est dans ce contexte que le ministère des Sports a sollicité l'Inserm pour la réalisation d'une expertise collective Inserm sur la prévention et le traitement des pathologies chroniques par l'activité physique. La présente expertise s'intéresse à la prévention secondaire et tertiaire des maladies chroniques c'est-à-dire aux bénéfices – et aux risques – de la pratique d'une activité physique chez les personnes adultes atteintes de maladies chroniques. Elle évalue les liens entre la pratique d'activité physique et les maladies

3. Loi n° 2009-879 du 21 juillet 2009 portant réforme de l'hôpital et relative aux patients, à la santé et aux territoires.

4. Inserm. Inégalités sociales de santé en lien avec l'alimentation et l'activité physique. Collection Expertise collective. Paris : Éditions Inserm, 2014.

chroniques en termes de réduction de la mortalité et de la morbidité, de rapport bénéfices/risques, d'amélioration de la qualité de vie et d'impact économique. Elle met en perspective les résultats en envisageant également les aspects psychologiques et le contexte social lié à la pratique d'activité physique.

Le premier enjeu de cette expertise collective n'est pas tant de savoir si on doit recommander ou prescrire une pratique régulière d'activité physique adaptée aux personnes atteintes d'une maladie chronique – il n'y a plus aucun doute sur cette nécessité – mais de déterminer les caractéristiques des programmes les plus efficaces selon les aptitudes physiques et les ressources psychosociales initiales des patients dans la perspective d'obtenir un maximum de bénéfices avec un minimum de risques : quand commencer un programme (à quelle distance du diagnostic), quelle pratique (type d'activité physique, renforcement musculaire, endurance, combinée), quelle intensité, quelle fréquence, dans quel cadre (pratique supervisée, programme d'activité physique adaptée, à domicile, en autonomie...), avec quelle forme d'intervention professionnelle (réadaptation, enseignement, supervision, animation...)?

Si le nombre d'études évaluant l'efficacité de programmes d'activité physique adaptée est en constante progression, leur qualité reste trop souvent discutable. Le groupe d'experts s'est efforcé de faire une lecture critique des études et méta-analyses publiées, d'évaluer la méthodologie employée et la robustesse des résultats dans une approche basée sur les preuves (*evidence based medicine*⁵). Un chapitre est ainsi consacré aux enjeux méthodologiques de la recherche évaluative concernant les programmes d'activité physique adaptée et souligne la nécessité de développer une recherche interventionnelle de qualité dans ce domaine.

L'autre enjeu essentiel est d'identifier les déterminants de l'adoption par les personnes atteintes de maladies chroniques d'un comportement actif, pérenne et inséré dans les habitudes de vie. Quel serait l'intérêt d'un programme d'activité physique adaptée dont la démonstration d'efficacité a été faite par un essai clinique réalisé dans des conditions idéales, mais qui ne serait ni approprié ni adopté par les patients ? Comprendre les déterminants psychologiques, physiques, sociaux et environnementaux (freins comme facteurs favorisant) qui interviennent dans le processus d'adoption d'un mode de vie actif et pérenne est tout aussi essentiel que la démonstration de

5. Les niveaux de preuve sont ceux retrouvés dans la littérature, issus des classifications des différentes sociétés savantes ou évalués par les experts selon les recommandations de la HAS : A : Preuve scientifique établie ; B : Présomption scientifique ; C : Faible niveau de preuve scientifique.

l'efficacité de programmes. En effet, le choc de l'annonce d'une maladie chronique et de ce qu'elle implique chez des patients, pour la plupart déconditionnés physiquement et peu confiants dans leurs aptitudes physiques, les attitudes à l'égard de la maladie comme de l'activité physique, les préférences pour certaines activités, l'influence des proches, les ressources financières et la proximité d'équipements favorables à la pratique (équipements sportifs, espaces verts, pistes cyclables...) sont autant d'éléments à prendre en compte dans l'élaboration d'une intervention en activité physique adaptée. Ces éléments adossés aux conditions favorisant le projet d'activité physique des patients et à l'utilisation de techniques motivationnelles éprouvées seront essentiels à prendre en compte pour assurer le succès d'une activité physique régulière ancrée dans la vie quotidienne. Par ailleurs, les différents intervenants professionnels en activité physique ont une expertise spécifique acquise au cours de leur formation qui ne s'inscrit pas dans une seule et même logique d'intervention auprès du patient. S'agit-il de contribuer à la réadaptation des patients ? D'enseigner de nouvelles compétences motrices et psychosociales ? De soutenir un projet individuel en supervisant une pratique physique ? D'animer une pratique ? Différentes logiques d'intervention doivent être distinguées. Elles pourraient éventuellement se succéder à différentes étapes des parcours de soins et de santé pour répondre aux besoins évolutifs des personnes malades. L'expertise pose ainsi la question des formations des professionnels concernés, mais aussi des logiques d'intervention soutenues par les différents dispositifs, notamment dans leur façon de définir l'autonomie.

L'expertise collective traite des maladies chroniques non transmissibles⁶ les plus fréquentes telles que le diabète de type 2, l'obésité, la bronchopneumopathie chronique obstructive, l'asthme, les cancers, les syndromes coronaires aigus, l'insuffisance cardiaque, l'accident vasculaire cérébral, l'artériopathie oblitérante des membres inférieurs, les maladies ostéo-articulaires⁷, les dépressions et la schizophrénie. Les maladies neurodégénératives comme la maladie d'Alzheimer, maladies causant des détériorations cognitives importantes, ne sont pas rentrées dans le cadre de ce travail et nécessiteraient en elles-mêmes une autre expertise.

Enfin, l'expertise présente les mécanismes par lesquels l'activité physique agit de façon générale (amélioration de la condition physique), mais aussi spécifique selon les pathologies concernées (accroissement de la sensibilité à l'insuline pour les personnes diabétiques par exemple). Un chapitre est

6. Les 4 principales pathologies chroniques non transmissibles retenues par l'OMS sont les pathologies cardiovasculaires, les cancers, le diabète, et les pathologies respiratoires (BPCO et asthme).

7. Une expertise collective Inserm est en cours sur la fibromyalgie et cette pathologie ne sera donc pas abordée dans ce travail.

consacré aux mécanismes moléculaires, métaboliques, biologiques à l'œuvre pour expliquer – ou tenter d'expliquer – les effets de la pratique d'activité physique chez des personnes malades chroniques. Une partie importante de l'expertise décrit pathologie par pathologie, les bénéfices/risques de l'activité physique, et l'intérêt en prévention, soin complémentaire et/ou thérapeutique de l'activité physique. Elle fait également le point sur les programmes d'activité physique spécifiques qui sont validés, lorsqu'ils existent. On constate une grande hétérogénéité des connaissances des bénéfices/risques de l'activité physique selon la pathologie considérée : une bibliographie étendue et robuste pour les pathologies cardiovasculaires, ostéo-articulaires, métaboliques et respiratoires, une littérature maintenant très fournie et bien étayée pour les cancers, mais des publications beaucoup plus rares pour la schizophrénie.

Le groupe d'experts a souhaité ajouter un lexique où sont définis les concepts essentiels à la compréhension de cet ouvrage tels que la prévention secondaire, tertiaire ou l'activité physique adaptée. À travers différentes disciplines scientifiques, différents métiers de santé et du sport, il est apparu aux experts grâce aux nombreuses réunions et échanges au cours de ce processus d'expertise qu'un même mot ne revêtait pas la même signification (aptitude, condition physique, sédentarité...) ou au contraire deux mots utilisés dans des contextes thérapeutiques différents avaient la même signification (réadaptation en cardiologie et réhabilitation en pneumologie). Il a semblé important que ces définitions figurent en annexe de l'ouvrage. Le groupe d'experts a également souhaité développer certaines notions complexes, comme l'intensité de l'activité physique, les notions de sédentarité/inactivité physique, d'entraînement, de capacité aérobie ou de fardeau du traitement, essentielles à la compréhension et à la lecture critique de l'ouvrage, dans un chapitre intitulé « Notions préalables ».

La procédure d'expertise collective de l'Inserm mise en œuvre pour répondre à la demande du ministère des Sports propose une analyse de la littérature scientifique par un groupe pluridisciplinaire de 13 experts, chercheurs dans les domaines de l'épidémiologie, l'épidémiologie clinique, la psychologie, la psychologie sociale, la sociologie, la physiologie du sport, la physiopathologie vasculaire, la biologie moléculaire et cellulaire, de l'obésité, du diabète, de la cardiologie, de l'oncologie, des pathologies respiratoires et ostéo-articulaires.

La bibliographie qui a été mise à disposition des experts a servi de base à leurs travaux. Elle a été sélectionnée dans les champs permettant d'analyser le rôle et l'efficacité de la prévention et du soin par l'activité physique dans les pathologies concernées, les modalités d'activité et les interventions à

privilégier, les mécanismes moléculaires mis en jeu, les motivations et freins liés à la pratique ainsi que les organisations, dispositifs et professionnels impliqués dans la mise en œuvre de l'activité physique adaptée.

Les chapitres qui suivent s'appuient sur l'analyse de la littérature effectuée par les experts dans chacune de leur discipline. Cette analyse ainsi que la réflexion collective du groupe d'experts ont permis de proposer des recommandations. L'apport complémentaire d'intervenants extérieurs venus présenter leurs travaux apparaît sous la forme de communications intégrées après l'analyse⁸. Les textes d'analyse sont regroupés en deux parties, la première correspond à une approche transversale, commune à l'ensemble des pathologies, la seconde partie aborde le sujet en fonction des pathologies et de leur spécificité.

L'analyse est suivie d'une synthèse et de recommandations élaborées et validées collectivement par le groupe d'experts.

8. Les analyses et points de vue exprimés dans les communications n'engagent que leurs auteurs.

Analyse

I

Approches transversales

1

Épidémiologie

À tous les âges, chez les personnes saines ou atteintes de maladies chroniques, les bénéfices de la pratique d'une activité physique l'emportent sans conteste sur les risques encourus.

Ainsi, selon l'expertise de l'Anses 2016 qui reprend les résultats de l'expertise Inserm 2008 qu'elle complète par une revue des publications depuis cette date, « une activité physique régulière et le suivi des recommandations sont associés à une diminution de la mortalité précoce de 29 à 41 % selon les études. Inversement, l'inactivité ou une activité physique insuffisante augmenterait la mortalité précoce ».

Au cours des deux dernières décennies, dans les pays anglo-saxons notamment, la recherche a permis d'identifier les avantages de l'activité physique selon les types d'exercice physique (dimension cardiorespiratoire, force musculaire, souplesse et coordination) au regard de la condition physique des personnes et de leurs besoins. Des guides de prescription permettent aux professionnels de santé et aux professionnels du sport de proposer des programmes adaptés (Garber et coll., 2011). Dans le cadre du présent travail, il s'agit de préciser le rôle de l'activité physique en prévention secondaire et tertiaire chez les personnes atteintes de maladies chroniques/non transmissibles.

Selon le rapport 2014 de l'OMS, les maladies chroniques non transmissibles sont responsables de 38 des 56 millions de morts de 2012 au niveau mondial, soit 68 %. Plus de 40 % d'entre elles étaient des décès prématurés (avant l'âge de 70 ans). Le nombre de décès par maladies chroniques augmentera à 52 millions en 2030. Les quatre maladies non transmissibles les plus fréquentes (les maladies cardiovasculaires, les cancers, les maladies respiratoires chroniques et le diabète) sont responsables de 82 % de la mortalité par maladies non transmissibles. La charge de morbidité associée à ces maladies et leurs complications mesurées en années de vie perdues⁹ en incapacité montre

9. En français, les années de vie perdues corrigées de l'incapacité. Il s'agit d'une mesure de morbidité globale qui cumule pour une pathologie ou un facteur de risque donnés le nombre

également une très forte augmentation : les années de vie perdues en incapacité étaient dans le monde de 587,6 millions en 1990 et de 764,8 millions en 2013 en relation avec l'accroissement de la population mondiale et son vieillissement. Les pathologies responsables du plus grand nombre d'années de vie perdues en incapacité dans le monde sont le mal de dos et les épisodes majeurs de dépression. Celles responsables des plus grandes augmentations de ce nombre d'années de vie perdues en incapacité sont les troubles musculo-squelettiques, les troubles mentaux, les troubles neurologiques et les maladies chroniques.

En Europe, selon l'OMS 2012, « les maladies non transmissibles concourent à près de 86 % des décès et 77 % de la charge des maladies, et pèsent de plus en plus lourdement sur les systèmes de santé, le développement économique et le bien-être d'une grande partie de la population, en particulier chez les personnes âgées de 50 ans et plus ».

En France¹⁰, le vieillissement de la population est également très sensible. La part des personnes âgées de 60 ans et plus passera d'un quart en 2015 à un tiers en 2040. Avec l'augmentation d'espérance de vie, le nombre de personnes âgées atteintes ou non par les pathologies chroniques ne cesse de progresser. Cette évolution, comme on le constate au niveau mondial se fera aussi au prix d'un accroissement du temps de vie passé avec des limitations fonctionnelles, et des incapacités légères ou graves. Pour ce qui concerne la France¹¹, on estime que le nombre de personnes dépendantes passera de 1,2 million en 2012 à 2,3 millions en 2060.

Le constat d'un accroissement important des maladies chroniques interpelle d'autant plus que, selon le rapport OMS (2010) qui résume l'état des connaissances dans le domaine, un large pourcentage de ces maladies sont accessibles à la prévention par des actions sur quatre facteurs de risque principaux : consommation de tabac, inactivité physique, consommation d'alcool et mauvaise nutrition, et ce en amont des maladies (prévention primaire) mais aussi à tout moment du développement de ces maladies (prévention secondaire et tertiaire). C'est dire à quel point le maintien de l'autonomie notamment chez les personnes âgées sera, encore plus qu'aujourd'hui, un enjeu central. Or, comme le souligne la figure 1.1, les maladies chroniques et leurs complications sont des contributeurs majeurs à l'état de dépendance. La prévention de leurs récurrences et/ou de leurs complications est de ce fait un enjeu tout aussi majeur que la réduction de leur incidence par la prévention primaire.

d'années de vie perdues et le nombre d'années vécues avec un handicap par rapport à l'espérance de vie attendue. En Anglais, on parle de DALYs : *Disability Adjusted Life Years*.

10. http://www.insee.fr/fr/themes/document.asp?ref_id=ip1320

11. <http://drees.social-sante.gouv.fr/IMG/pdf/article43.pdf>

D'ailleurs, l'OMS (2014) a fixé 9 objectifs pour l'année 2025 pour atteindre la réduction de 25 % la mortalité par maladies chroniques (cancer, maladies cardiovasculaires, maladies respiratoires et diabète) : une réduction relative de 10 % de « l'activité physique insuffisante » en est le troisième.

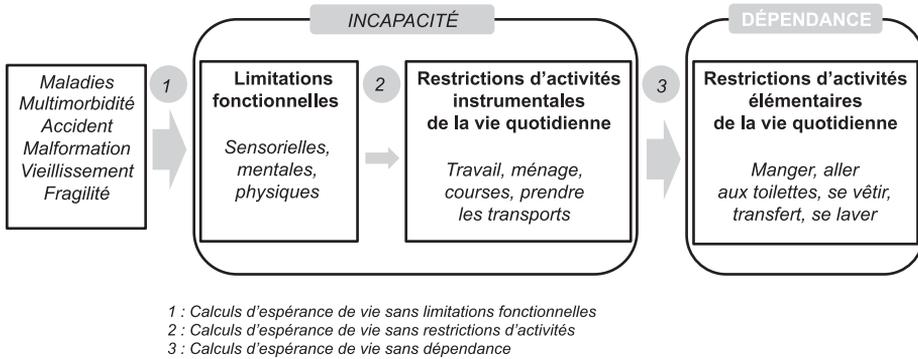


Figure 1.1 : Déterminants des limitations de fonctionnement et de la dépendance (d'après Cambois, 2007)¹²

Avant de poursuivre, il est nécessaire de définir ce qu'on entend par maladies chroniques et/ou maladies non transmissibles, le périmètre des maladies chroniques retenu dans le cadre de ce travail et le fardeau actuel et à venir de ces maladies en termes d'incidence de prévalence, d'incapacité, de mortalité. C'est l'objet de ce premier chapitre.

Définitions des maladies chroniques

Il n'y a pas de définition très arrêtée des maladies chroniques. Les termes de maladies chroniques et maladies non transmissibles (NCDs en anglais et MNT en français) sont pratiquement utilisés de façon interchangeable. Selon l'OMS¹³, les maladies non transmissibles – ou chroniques – sont des maladies de longue durée d'évolution généralement lente, et de citer les principales : maladies cardiaques, accidents vasculaires cérébraux, insuffisance respiratoire chronique et cancers. Mais cela n'exclut apparemment pas toutes les autres : maladies neurodégénératives, troubles mentaux, ostéoporose, maladies

12. Mesurer les répercussions des maladies chroniques sur l'état de santé fonctionnel : une approche en population générale. Emmanuelle CAMBOIS, Institut national d'études démographiques (INED). http://cudep.u-bordeaux4.fr/sites/cudep/IMG/pdf/Cudep_Bordeaux_2007_-_Seance_I_-_E_-_CAMBOIS.pdf

13. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs355/en/>. En fait la superposition des termes maladies chroniques et maladies non transmissibles n'est pas parfaite. Certaines maladies infectieuses peuvent être chroniques (VIH et hépatites par exemples), certaines conditions non transmissibles peuvent être aiguës (AIT, ivresses).

musculo-squelettiques, pour peu qu'elles répondent à cette définition large... Toujours assorties de « etc. » ou « ... » : aucune liste exhaustive de ces maladies n'a été retrouvée. Avec l'accroissement du nombre de maladies chroniques en raison d'une meilleure espérance de vie, leur prévalence est de plus en plus élevée et la multimorbidité, c'est-à-dire le fait d'être atteint d'au moins deux pathologies chroniques, également de plus en plus fréquente. De ce fait, apprécier l'ampleur des populations concernées par la prescription d'une activité physique dans un but de prévention secondaire et tertiaire, connaître et anticiper les évolutions de ces maladies constituent dans le cadre de ce travail un préalable. Les pathologies étudiées concernent essentiellement les principales pathologies retenues par l'OMS : les pathologies cardiovasculaires, les cancers, le diabète, les pathologies respiratoires chroniques. L'obésité en tant que déterminant de maladies chroniques et phénomène morbide en soi rentre dans le cadre de cette expertise. Enfin, seront également prises en compte les maladies mentales ou tout du moins certaines d'entre elles : la dépression et la schizophrénie, ainsi que les troubles musculo-squelettiques et la multimorbidité. Ce choix de pathologies permet d'envisager les pathologies dont la charge de morbidité et de mortalité sont les plus importantes, ainsi que l'éventail des appareils organiques touchés par ces pathologies et de se focaliser sur celles dont l'incidence augmente à des âges adultes. Les maladies neurodégénératives comme la maladie d'Alzheimer, ne sont pas étudiées dans le cadre de cette expertise. Elles nécessiteraient une expertise en soi dans laquelle la combinaison de programmes cognitifs et d'activité physique devrait être analysée.

Le rôle bénéfique de l'activité physique dans la prévention et le traitement des maladies chroniques ainsi que sur les conséquences en termes d'incapacité et de dépendance est maintenant bien connu. Son rôle a fait l'objet en France de deux expertises scientifiques, l'une en 2008 par l'Inserm et l'autre par l'Anses publiée en 2016. Dans le présent chapitre, un bref résumé des résultats par pathologies de ces deux expertises¹⁴ qui traitent surtout de la

14. Dans l'expertise Anses, les différentes activités physiques sont classées en 5 grandes catégories en fonction de leur intensité, estimée en MET définie comme Équivalent métabolique (*Metabolic Equivalent Task*) : unité indexant la dépense énergétique lors de la tâche considérée sur la dépense énergétique de repos. Lorsque les résultats de l'expertise sont présentés dans les encadrés à l'issue de la présentation de chaque maladie chronique retenue, les intensités d'activités physique présentées correspondent à cette définition :

- activités sédentaires < 1,6 MET ;
- 1,6 MET ≤ activités de faible intensité < 3 METs ;
- 3 METs ≤ activités d'intensité modérée < 6 METs ;
- 6 METs ≤ activités d'intensité élevée < 9 METs ;
- activités d'intensité très élevée ≥ 9 METs.

La caractérisation de l'activité physique peut être complétée par des indications de durée (en minutes) et de fréquence (quotidienne ou pluri-hebdomadaire). Les types d'activités correspondent aux fonctions physiologiques sollicitées : cardiorespiratoire, musculaire, souplesse et équi-

prévention primaire, sera fourni, proposant ainsi un point de départ à la présente expertise sur le rôle de l'activité physique pour le traitement de chacune des pathologies en prévention secondaire et tertiaire.

Épidémiologie des maladies chroniques

À l'exception des maladies mentales, dépression et schizophrénie, l'incidence de presque toutes les maladies chroniques retenues dans le cadre de cette expertise augmente avec l'âge. Avec le vieillissement de la population et l'allongement de l'espérance de vie, le nombre de personnes atteintes de maladies chroniques ne cesse et ne va cesser de croître dans les prochaines décennies occasionnant une augmentation des limitations fonctionnelles et des activités quotidiennes ou essentielles associée à une dégradation de la qualité de vie.

Maladies cardiovasculaires

Les maladies cardiovasculaires sont constituées d'un ensemble de maladies définies, selon l'OMS, par : les cardiopathies coronariennes (dont l'infarctus du myocarde), les maladies cérébrovasculaires (accident vasculaire cérébral ischémique ou hémorragique), l'hypertension artérielle, les artériopathies périphériques, l'insuffisance cardiaque, les cardiopathies rhumatismales ou congénitales et les thromboses veineuses profondes et embolies pulmonaires. Dans le cadre de ce chapitre, nous insisterons plus particulièrement sur les cardiopathies ischémiques notamment l'infarctus du myocarde et sur les accidents vasculaires cérébraux.

Sur les 17,5 millions de décès liés à des maladies cardiovasculaires en 2012, on estime que 7,4 millions étaient dus à des crises cardiaques (maladie cardiaque ischémique) et 6,7 millions étaient dus à des accidents vasculaires cérébraux (OMS, 2014). Au cours des quatre dernières décennies le taux de décès par maladies cardiovasculaires a diminué de façon spectaculaire dans les pays à revenu élevé, en raison de la réduction de certains facteurs de risque cardiovasculaires et d'une meilleure prise en charge des maladies cardiovasculaires. Cependant, il existe des différences très importantes de taux de mortalité par maladies cardiovasculaires dans les pays à revenus élevés attribués à la présence différentielle de facteurs de risque comme la

libre. Seuls les résultats sur l'activité physique seront rappelés (pas la sédentarité qui n'entre pas dans le cadre de cette expertise). Les mécanismes biophysiques par lesquels l'activité physique agit ne seront pas détaillés dans ce chapitre.

sédentarité ou la corpulence notamment (Roth, 2015). Elles représentent cependant encore en 2012 la cause majeure de mortalité par maladies chroniques avec environ 17,5 millions de décès selon l'OMS.

En Europe, la France se distingue par le taux de maladies cardiovasculaires le plus bas.

Cardiopathies ischémiques

En France, la mortalité a diminué de 52 % chez les femmes et de 48 % chez les hommes entre 2002 et 2012. Ainsi, le taux de mortalité par infarctus du myocarde est passé en 10 ans de 32,4 à 15,5 pour 100 000 pour les femmes et de 67,5 à 35,0 pour 100 000 pour les hommes (Gabet et coll., 2016a). Cette tendance à la baisse de la dernière décennie prolonge la diminution observée depuis 1975 (Gabet et coll., 2016b). Des résultats plus nuancés sur cette diminution de la mortalité sont rapportés par les données des trois registres de maladies cardiovasculaires existant en France (registres qui couvrent environ 1 % du territoire national) portant sur la période 2000-2007 montrant une absence de diminution de la mortalité coronarienne/cardiaque dans la tranche d'âge des 35-54 ans chez les hommes et chez les femmes (Wagner et coll., 2014). Des résultats par cohortes d'âge ont récemment confirmé au niveau national ce constat avec l'observation d'un plateau du taux de mortalité pour les cohortes de femmes nées après la deuxième guerre mondiale (Gabet et coll., 2016b).

Comme pour les autres maladies cardiovasculaires et comme pour la plupart des maladies chroniques, l'incidence des cardiopathies ischémiques croît avec l'âge, comme l'illustre le taux d'hospitalisation pour infarctus du myocarde (figure 1.2).

Pour les hospitalisations pour infarctus du myocarde (que l'on considère ici comme un proxy de l'incidence), la baisse observée entre 2002 et 2008 chez les 65 ans et plus (-23 % chez les hommes et les femmes) s'est nettement ralentie entre 2008 et 2013 (-1,7 % chez les hommes et -1,1 % chez les femmes). Chez les moins de 65 ans, ce taux d'hospitalisation est à la hausse (+ 9,9 % pour les hommes et + 19,9 % pour les femmes ; Gabet, 2016a). Cette augmentation est particulièrement notable chez les 45-54 ans (+ 4,8 % par an).

L'accroissement des hospitalisations chez les moins de 65 ans, très probablement le reflet d'une augmentation de l'incidence, pourrait être lié à une augmentation, ou un maintien à un niveau élevé, de la prévalence de plusieurs facteurs de risque cardiovasculaires dans la population (obésité, diabète, sédentarité, tabagisme). La stabilisation de la mortalité observée dans

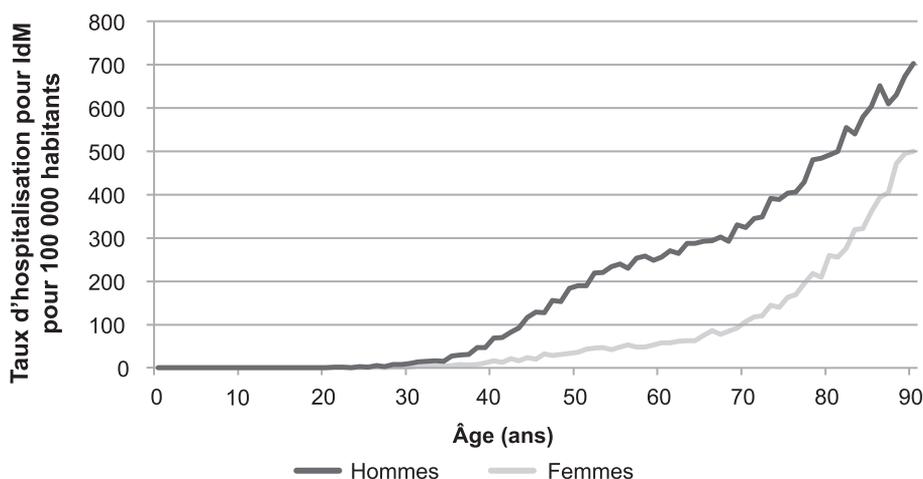


Figure 1.2 : Taux d'hospitalisation pour infarctus du myocarde (IDM) selon l'âge et le sexe en 2014 (Source : Santé publique France)

les cohortes de femmes nées après la deuxième guerre mondiale pourrait être la conséquence de l'augmentation de l'incidence dans ces tranches d'âge et de l'absence de réduction des facteurs de risque cardiovasculaires.

Enfin, deux articles de juin 2016 (Lecoffre et coll., 2016 a et b), confirment le lien entre hospitalisations/mortalité par infarctus du myocarde et inégalités sociales de santé estimées à partir d'un indicateur écologique de désavantage social¹⁵. Ainsi, en 2013, le taux d'hospitalisation et de mortalité pour infarctus du myocarde dans le quintile de population habitant les communes les plus défavorisées étaient significativement plus élevés que ceux du quintile le plus favorisé (ratio Q5/Q1 = 1,35 ; IC 95 % [1,31-1,38] pour les hospitalisations et 1,51 ; IC 95 % [1,43-1,59] pour la mortalité).

15. « Le niveau de désavantage social de la commune de résidence au moment du décès a été estimé à partir de l'indice FDep (*French deprivation index*). Cet indice écologique est construit à partir de quatre variables : le revenu médian par ménage, le pourcentage de bacheliers dans la population de plus de 15 ans, le pourcentage d'ouvriers dans la population active et le taux de chômage. Il a été calculé à l'échelle communale, pour la France métropolitaine, à partir des données de l'Institut national de la statistique des études économiques (Insee) de l'année 2009. Après pondération par le nombre d'habitants de la commune, il permet de définir des quintiles de population en fonction du niveau de désavantage social. Les 20 % de la population habitant dans les communes les moins défavorisées font partie du premier quintile (Q1), les 20 % de la population habitant dans les communes les plus défavorisées font partie du dernier quintile (Q5). Pour chacune des causes de décès étudiées, la commune de résidence était manquante pour moins de 0,10 % des décès, impliquant une valeur manquante pour l'indice FDep09. Aucune différence en termes de répartition par âge et sexe n'a été relevée entre la population exclue pour valeur manquante de l'indice Fdep09 et la population d'étude ». Définition issue de l'article BEH cité en référence (Lecoffre et coll., 2016 a).

Éléments de l'expertise Anses sur la révision des repères relatifs à l'activité physique de février 2016 qui inclut les résultats de l'expertise Inserm 2008 « Activité physique : contextes et effets sur la santé »

Pathologies cardiovasculaires et pathologies coronariennes

Selon les conclusions de l'expertise Anses et de l'expertise collective Inserm, c'est pour les maladies cardiovasculaires et plus précisément les cardiopathies ischémiques que les bénéfices de l'activité en prévention primaire sont les plus évidents et les plus documentés.

De manière générale, le niveau de l'activité physique est inversement corrélé à la mortalité d'origine cardiovasculaire. En effet, un niveau élevé d'activité physique permet une réduction des décès de 30 %.

« La part attribuable à l'inactivité dans les décès d'origine cardiovasculaire a été évaluée à plus de 11 %, un faible niveau d'activité physique (15 min d'activité physique d'intensité modérée par jour) permettant de réduire de 20 % la mortalité d'origine cardiovasculaire, comparativement à celle de sujets très inactifs. Les effets protecteurs de l'activité physique sur la mortalité cardiovasculaire sont minorés par la présence d'autres facteurs de risque cardiovasculaires. Les activités physiques de loisirs semblent avoir un effet protecteur plus marqué sur la réduction de la mortalité spécifique que les activités physiques réalisées au travail, ou dans le cadre domestique ». Pour ce qui concerne la morbidité coronarienne, « une activité physique régulière permet de diminuer la prévalence et l'incidence des coronaropathies. La réduction du risque varie de 20 à 50 % selon la quantité d'activité pratiquée et selon les études. »

La réduction du risque est observée chez les hommes et chez les femmes, avec parfois un niveau de protection plus marqué chez les femmes. Elle est aussi retrouvée chez des sujets présentant un facteur de risque comme l'hypertension artérielle. Les activités physiques de loisirs induiraient la réduction la plus marquée du risque de pathologie cardiovasculaire ». À noter que ces résultats globaux (sauf pour l'incidence réduite qui relève uniquement de la prévention primaire), ne permettent pas de situer le niveau et ou la part primaire, secondaire ou tertiaire de la prévention qui expliquerait la réduction de la mortalité. Par ailleurs, l'expertise Inserm 2008 soulignait que l'activité physique adaptée constituait un élément important du traitement des maladies cardiovasculaires entraînant, chez les patients atteints de pathologies cardiovasculaires, une réduction de la mortalité de 25 à 30 %, accompagnés d'une réduction des signes cliniques (angor, dyspnée...) et une augmentation des capacités physiques.

Accidents vasculaires cérébraux

Selon l'article paru dans le Lancet sur le « *Global burden of disease* », la charge de morbi-mortalité par accident vasculaire cérébral (AVC) a fortement diminué depuis plusieurs décennies dans les pays développés (Feigin et coll., 2014). Entre 1990 et 2010 l'incidence standardisée par âge dans cette région géographique a diminué de 12 % (IC [6-17]) et la mortalité a baissé dans toutes les régions du monde de 37 % et plus particulièrement dans les pays à niveau socioéconomique élevé. Dans ces pays, elle est passée de 96/100 000 personne-années en 1990 à 72/100 000 en 2005 et 61/100 000 en 2010. Le nombre d'années de vie perdues ajusté sur l'incapacité a, quant à lui, diminué de 1 537 (1 401-1 624) en 1990 à 1 201 (1 128-1 305) en 2005 et à 982 (920-1 068) en 2019. Les maladies cardiaques ischémiques et les AVC restent cependant les deux principales causes de décès et 53 % des années de vie perdues ajustées sur l'incapacité concernent des personnes de moins de 75 ans.

D'après les données d'Eurostat de 2012, « la France est caractérisée par le taux de mortalité cérébrovasculaire le plus bas des 28 pays européens », suivie par les Pays-Bas, l'Espagne et l'Allemagne. Le taux français est près de 7 fois inférieur au taux maximal, observé en Bulgarie.

Selon le Rapport « L'État de santé de la population en France » paru en mai 2017 (Drees, 2017), 28 064 décès par AVC en cause initiale ont été enregistrés en France en 2013, soit 87 % des décès par maladies cardiovasculaires et 5 % des décès toutes causes confondues, d'après les données issues des certificats médicaux de décès. Près de six décès par AVC sur dix concernaient des femmes (59 %), soit 16 509 décès contre 11 555 chez les hommes. Cependant, standardisée sur l'âge, la mortalité par AVC chez les hommes était supérieure à celle chez les femmes (45,9 *versus* 36,9/100 000). Entre 2000 et 2013, les taux de mortalité, prolongeant la tendance amorcée dans les précédentes décennies, ont continué à fortement chuter. Chez les hommes de plus de 65 ans, le taux de mortalité est passé de 368,7 à 211,6 pour 100 000 (-42,6 %) et chez les femmes de 292,4 à 175,3 (-40,1 %). Une diminution un peu moins forte de 37,7 % et de 32,6 % chez les hommes et les femmes de moins de 65 ans respectivement, a été observée sur la même période. Il convient néanmoins de noter que la diminution de la mortalité par AVC n'est plus significative chez les femmes de 45 à 65 ans. La diminution de la mortalité par AVC en France est principalement attribuée à une structuration complète de la filière de prise en charge des AVC et aux progrès thérapeutiques majeurs.

Les tendances sont, en revanche, beaucoup plus nuancées pour la morbidité. L'incidence d'hospitalisations augmente avec l'âge, et est plus élevée chez les hommes que chez les femmes, mais les écarts entre sexe sont moins importants que pour les autres maladies cardiovasculaires. Si une légère diminution des taux de personnes hospitalisées pour AVC a été observée entre 2002 et 2008 (-2,6 %), le taux entre 2008 et 2014 est aujourd'hui stable (+ 1,6 %) (Lecoffre et coll., 2017). Cependant, cette tendance globale recouvre des disparités importantes selon l'âge : après 65 ans, les taux standardisés sont restés stables entre 2008 et 2014 (± 1 %), mais avant 65 ans, ils ont augmenté de 8 %. L'analyse des données d'incidence du registre des AVC de Dijon montre que c'est la hausse des hospitalisations pour un AVC ischémique qui est responsable de cette augmentation chez les moins de 65 ans (Béjot et coll., 2016). En effet, une augmentation de la proportion d'adultes de moins de 55 ans atteints entre 1985-1993 (9 %) et 2003-2011 (11,8 %) a été mise en évidence. Ce résultat a été confirmé, très récemment, à partir des données d'hospitalisation nationales avec une augmentation du taux d'hospitalisation pour AVC ischémique dans toutes les tranches d'âge jusqu'à 75 ans. Une baisse significative de la létalité hospitalière standardisée a été

observée entre 2008 et 2014 pour l'ensemble des AVC (-8,9 %). Cette tendance globale résulte de l'amélioration de la survie. La diminution de la létalité est plus importante dans le cas d'un AVC de type ischémique (-13,6 %), plus marquée chez les hommes (-18,8 % *versus* -10,1 % chez les femmes). Elle serait principalement liée à une amélioration importante, sur le territoire français, de la filière de prise en charge des patients atteints d'AVC en phase aiguë avec le développement important des unités neurovasculaires et particulièrement des unités de soins intensifs situées en leur sein. L'incidence des AVC qui augmente avec l'âge et le vieillissement de la population devrait être à l'origine d'une augmentation rapide et importante de la prévalence des personnes atteintes d'AVC en France qui entraînera des séquelles et handicaps (figure 1.3). L'enquête Handicap-Santé de 2008, avec son volet en population générale et chez les personnes en institutions a permis d'estimer la prévalence des antécédents d'AVC à 1,2 % et celle des séquelles à 0,8 %. Les séquelles les plus fréquentes étaient des troubles de l'équilibre et de la mémoire. Parmi les personnes avec séquelles, 51 % ont déclaré avoir beaucoup de difficultés ou ne pas pouvoir marcher 500 mètres, et 45,3 % des difficultés pour au moins une activité de la vie quotidienne (la toilette le plus souvent). Les personnes avec séquelles d'AVC étaient 11,1 % à résider en institution, dont 86,8 % avec des difficultés pour au moins une activité de la vie quotidienne (de Peretti et coll., 2012).

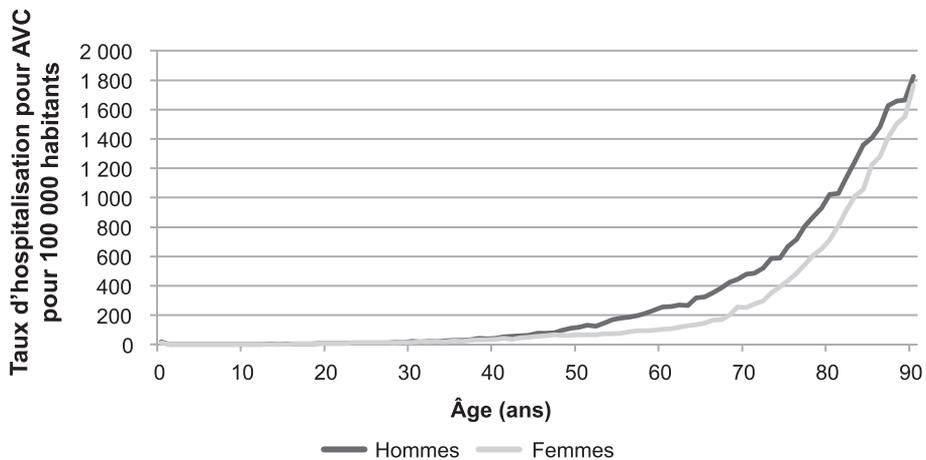


Figure 1.3 : Taux d'hospitalisation pour accidents vasculaires cérébraux en 2014 selon l'âge et le sexe (Source : Santé publique France)

Enfin, les deux articles de juin 2016, déjà cités pour les infarctus du myocarde, confirment les inégalités sociales de santé qui touchent, en France, les hospitalisations et la mortalité par accident vasculaire cérébral au moyen

d'un indicateur de désavantage social. En 2013, le taux d'hospitalisation pour AVC dans le quintile le plus défavorisé étant significativement plus élevé que celui du quintile le plus favorisé (ratio Q5/Q1 = (1,14 IC 95 % [1,11-1,16])). Pour la mortalité le ratio Q5/Q1 était de 1,36 IC 95 % [1,30-1,41].

Éléments de l'expertise Anses sur la révision des repères relatifs à l'activité physique de février 2016 qui inclut les résultats de l'expertise Inserm 2008 « Activité physique : contextes et effets sur la santé »

Accidents vasculaires cérébraux

« Les bénéfices de l'activité physique en prévention de l'incidence des accidents vasculaires cérébraux ont été rapportés pour une pratique d'intensité modérée à élevée. L'effet protecteur des activités physiques de faible intensité n'a pas été démontré.

Il existe une relation inverse entre le niveau de pratique régulière d'une activité physique d'intensité modérée à élevée et le risque d'accident vasculaire cérébral. Une réduction du risque de 60 % a été montrée chez les sujets qui courent plus de 8 km/j comparés à celles qui courent moins de 2 km/j. »

Dans l'expertise Anses, l'effet de l'activité physique sur la réduction de la mortalité spécifiquement par accidents vasculaires cérébraux n'est pas présenté isolément et est toujours associé à celui de la pathologie cardiaque.

Autres maladies cardiovasculaires

Pour les autres maladies cardiovasculaires, on retrouve des tendances similaires. En France, les taux de mortalité par insuffisance cardiaque ont décru de 3 % par an entre 2002 et 2010 avec une décroissance plus marquée chez les hommes qui restent cependant avec un taux de mortalité supérieur à celui des femmes (Gabet et coll., 2015). Les taux d'hospitalisation standardisés sur l'âge sont en 2010 de 316,2/100 000 chez les hommes et de 196,6/100 000 chez les femmes. Sans surprise, ils augmentent très fortement avec l'âge (figure 1.4). Ils restent inchangés sur la période pour les femmes et en faible décroissance (1 %) pour les hommes. L'absence de diminution pourrait être attribuée notamment à une augmentation des taux d'hospitalisation pour cardiopathies ischémiques chez les moins de 65 ans couplé à une meilleure survie de ces patients. De plus, l'augmentation de la prévalence des facteurs de risque cardiovasculaires en population (obésité, sédentarité, diabète et le maintien à un niveau élevé du tabagisme) pourrait également expliquer une part de cette stagnation. En revanche, la létalité intra-hospitalière lors d'un séjour pour insuffisance cardiaque a fortement diminué entre 2002 et 2010 tant chez les hommes que chez les femmes.

Pour la fibrillation auriculaire (FA), qui est un facteur de risque important d'accidents vasculaires cérébraux et d'insuffisance cardiaque, quelques données sont disponibles. Elles sont rassemblées dans une revue de littérature (Charlemagne et coll., 2011), qui montre une constante augmentation que la FA dans le monde du fait du vieillissement de la population et de la

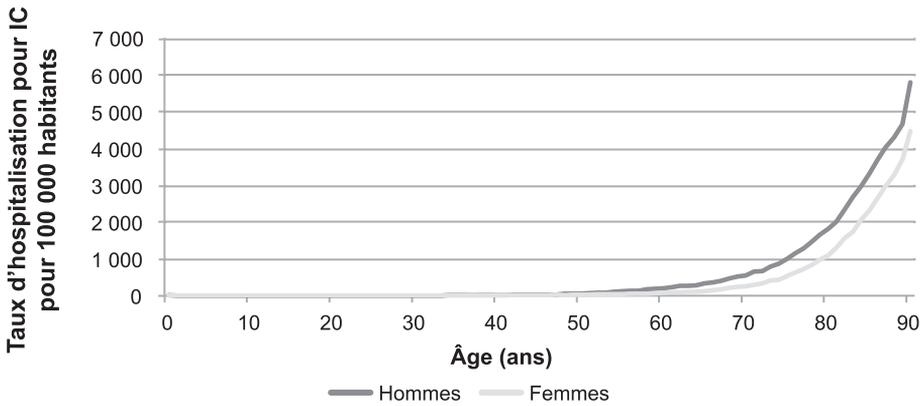


Figure 1.4 : Taux d'hospitalisation pour insuffisance cardiaque selon l'âge et le sexe en France 2014 (Source : Santé publique France)

meilleure prise en charge des maladies coronariennes. La prévalence de la FA s'accroît avec l'âge comme pour la plupart des maladies chroniques (figure 1.5).

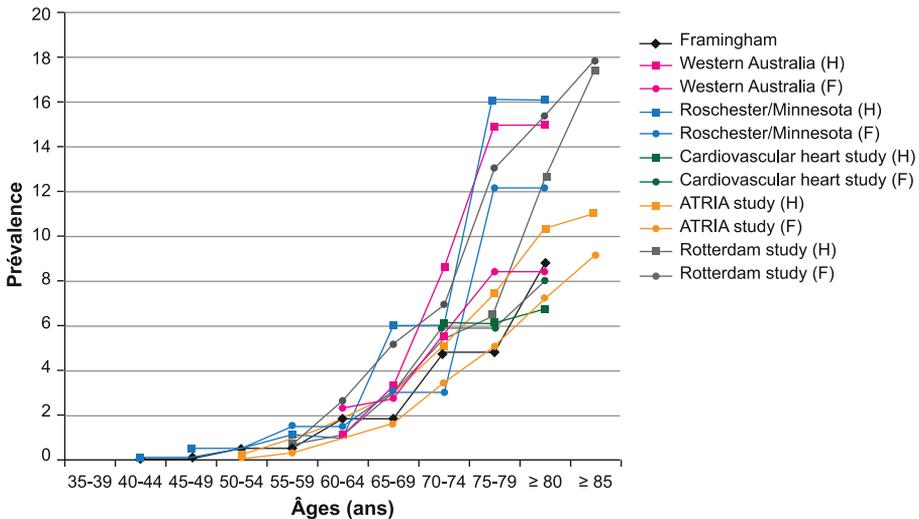


Figure 1.5 : Prévalence selon l'âge de la fibrillation auriculaire (d'après Charlemagne et coll., 2011)

© 2011, Elsevier Masson SAS. (Figure traduite de l'anglais)

Une analyse des comorbidités associées à la FA montre qu'une autre pathologie vasculaire ou cardiaque est présente dans 70 % des cas (pathologies valvulaires, hypertension artérielle et maladies coronariennes principalement). Une analyse de l'ensemble des hospitalisations de 2008 en France

complète cette revue : 349 000 personnes ont été hospitalisées pour un diagnostic principal ou associé de FA dont un quart en diagnostic principal. Comme pour les autres pathologies cardiovasculaires, la FA augmente avec l'âge et est plus fréquente chez les hommes, mais aucune donnée sur l'évolution de la mortalité ou des hospitalisations par FA n'a été retrouvée.

L'hypertension artérielle (Kearney et coll., 2005) est un facteur de risque important des maladies cardiovasculaires (et rénales). On estime que le nombre de personnes souffrant d'HTA aura augmenté de 60 % entre 2000 et 2025. Ce nombre passerait en 2025 à 1 560 millions (1 540-1 580) de personnes dans le monde par rapport aux 970 millions (957-987) dont 333 millions (329-336) dans les pays économiquement développés (Kearney et coll., 2005).

Pour les artériopathies oblitérantes des membres inférieurs (AOMI), pathologie examinée dans le cadre de cette expertise, peu de données internationales ou françaises ont été retrouvées. Les données internationales mentionnent les « *peripheral vascular disease* » sans définir précisément s'il y a des pathologies incluses en plus des « *peripheral arterial diseases* », sachant que dans la littérature cette dernière définition est le plus souvent synonyme d'AOMI à l'exclusion de toutes autres pathologies artérielles périphériques (Vos et coll., 2015).

Vos et coll. (2005) précisent que la prévalence standardisée (sexe et âge) des « *peripheral vascular disease* » est restée stable entre 1990 et 2013, mais que le nombre d'année de vie perdues en incapacité aurait diminué de près de 20 % (Vos et coll., 2015).

Pour la France, les seules données retrouvées sont issues de la cartographie produite par la Cnamts¹⁶. Elles montrent que 575 200 personnes ont été prises en charge pour AOMI en 2015. 33 % sont des femmes et les taux augmentent avec l'âge. Chez les hommes, les taux de personnes prises en

16. Site consulté le 6 août 2017 : https://www.ameli.fr/fileadmin/user_upload/documents/Arteriopathie_oblitterante_du_membre_inferieur_2015.pdf

L'algorithme d'extraction des personnes AOMI parmi 57 082 900 personnes affiliées au seul régime général ou aux sections locales mutualistes (hors MSA et RSI) et qui ont bénéficié de soins remboursés au moins une fois dans l'année est le suivant : Personnes ayant une ALD (Affections de Longue Durée) au cours de l'année avec codes CIM-10 d'athérosclérose des artères distales ou autres maladies vasculaires périphériques, et/ou personnes hospitalisées au cours des 4 années précédentes pour athérosclérose des artères distales, ou claudication intermittente et spasme artériel, ou embolie et thrombose de l'aorte abdominale, ou des artères des membres inférieurs, ou des artères distales sans précision, ou de l'artère iliaque (diagnostic principal [DP] d'un des RUM [Résumé d'Unité Médicale] ou diagnostic relié [DR]), et/ou personnes hospitalisées au cours de l'année pour tout autre motif avec une athérosclérose des artères distales, ou claudication intermittente et spasme artériel, ou embolie et thrombose de l'aorte abdominale, ou des artères des membres inférieurs, ou des artères distales sans précision, ou de l'artère iliaque comme complication ou morbidité associée (diagnostic associé [DA]).

charge varient de 3,31 pour 1 000 chez les personnes âgées de 35 à 54 ans, de 28,53 pour 1 000 entre 55 et 64 ans, 49,34 pour 1 000 entre 65 et 74 ans et 78,08 pour 1 000 chez les 75 ans et plus. Ces chiffres pour les femmes sont respectivement de 1,6 ; 6,7 ; 11,81 et 36,47. Les taux chez les hommes entre 35 et 74 sont trois fois plus élevés que chez les femmes d'âge similaires et deux fois plus à partir de 75 ans. Les personnes atteintes d'AOMI souffrent le plus souvent d'une autre pathologie : 49 % d'entre elles ont une autre pathologie cardio-neuro-vasculaire et 29 % d'entre elles souffrent d'un diabète.

De manière générale, l'incidence et la prévalence des maladies cardiovasculaires comme la plupart des maladies non transmissibles augmentent globalement avec l'âge. Depuis plusieurs décennies, les évolutions sont favorables avec une mortalité qui a diminué pour les maladies cardiovasculaires. Cependant, les évolutions les plus récentes en France montrent des tendances moins favorables en termes d'hospitalisations indiquant probablement une hausse de l'incidence chez les adultes de moins de 65 ans. Enfin, la mortalité et les taux d'hospitalisation pour la plupart des maladies cardiovasculaires restent associés aux inégalités sociales de santé.

Avec l'accroissement de la population et son vieillissement, le nombre de personnes atteintes par ces maladies ne cesse de croître.

Éléments de l'expertise Anses sur la révision des repères relatifs à l'activité physique de février 2016 qui inclut les résultats de l'expertise Inserm 2008 « Activité physique : contextes et effets sur la santé »

Autres pathologies vasculaires

L'expertise ne montre pas de résultats spécifiques de l'activité physique sur d'autres pathologies cardiaques spécifiques que les pathologies coronariennes et accidents vasculaires.

L'expertise Inserm 2008 relevait une relation inverse entre l'activité physique et la pression sanguine artérielle. La pratique régulière d'une activité physique permet un meilleur contrôle de l'hypertension artérielle chez les hommes comme chez les femmes et quel que soit l'âge. Si l'activité physique régulière se prolonge, l'hypertension est réduite durablement avec des effets similaires, voire supérieurs, à ceux d'une monothérapie médicamenteuse.

Bronchopneumopathie chronique obstructive

La bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO) est caractérisée par une obstruction chronique des voies aériennes non réversible et d'évolution progressive. Environ 80 % des BPCO sont attribuables au tabac. Il s'agit d'une pathologie souvent méconnue, le sous-diagnostic serait de plus de 70 % (Quach et coll., 2015 ; Lamprecht et coll., 2015). Une revue de littérature (Rycroft et coll., 2012) montre que dans onze pays développés dont la France,

la mortalité par BPCO a dans les 3 à 4 dernières décennies, augmenté tant chez les hommes que chez les femmes. Cependant, les études les plus récentes montrent un ralentissement de cette hausse chez les femmes et une diminution des taux chez les hommes. Bien que les écarts se réduisent, les taux de mortalité restent plus élevés chez les hommes que chez les femmes.

En France (Drees et Santé publique France, 2017) en 2013, environ 19 000 décès étaient liés à la BPCO (BPCO en cause initiale ou en cause associée), 48 % de ces décès mentionnaient la BPCO en cause initiale. En 2013, les taux bruts de mortalité par BPCO (cause initiale) étaient chez les personnes âgées de plus de 45 ans de 96/100 000 chez les hommes et 41/100 000 chez les femmes. Depuis 2000, les taux de mortalité par BPCO sont en diminution chez les hommes (-1 % par an) et en augmentation chez les femmes (+ 1 %).

La prévalence de la BPCO est difficile à estimer car le diagnostic et la classification en stades de sévérité nécessitent de réaliser une exploration fonctionnelle respiratoire coûteuse et d'une logistique complexe à mettre en œuvre dans le cadre d'études épidémiologiques. Elle est donc de ce fait, incertaine et probablement largement sous-estimée. Cependant, à partir de différentes études comportant des données (surtout déclaratives) pour la France on estime la prévalence entre 5 et 10 % (Fuhrman et Delmas, 2010).

En France, en 2014, le nombre d'hospitalisations pour exacerbation de BPCO se situait entre 100 000 et 160 000 selon l'algorithme utilisé pour les identifier dans les données du PMSI. L'évolution entre 2000 et 2014 a été marquée par une augmentation des taux standardisés d'hospitalisation pour exacerbation de BPCO chez les hommes (+ 2 % par an en moyenne) comme chez les femmes (+ 6 % par an). Les taux spécifiques d'hospitalisation croissent avec l'âge et sont, à âge égal, deux à trois fois supérieurs chez les hommes (figure 1.6).

Enfin, là encore, on retrouve des inégalités sociales de santé pour cette pathologie : le taux de mortalité par BPCO augmente avec l'indice de désavantage social de la commune de résidence, passant d'un peu moins de 50 pour 100 000 dans le quintile de la population résidant dans les communes les plus favorisées économiquement à un peu plus de 75 pour 100 000 pour le quintile des moins favorisés.

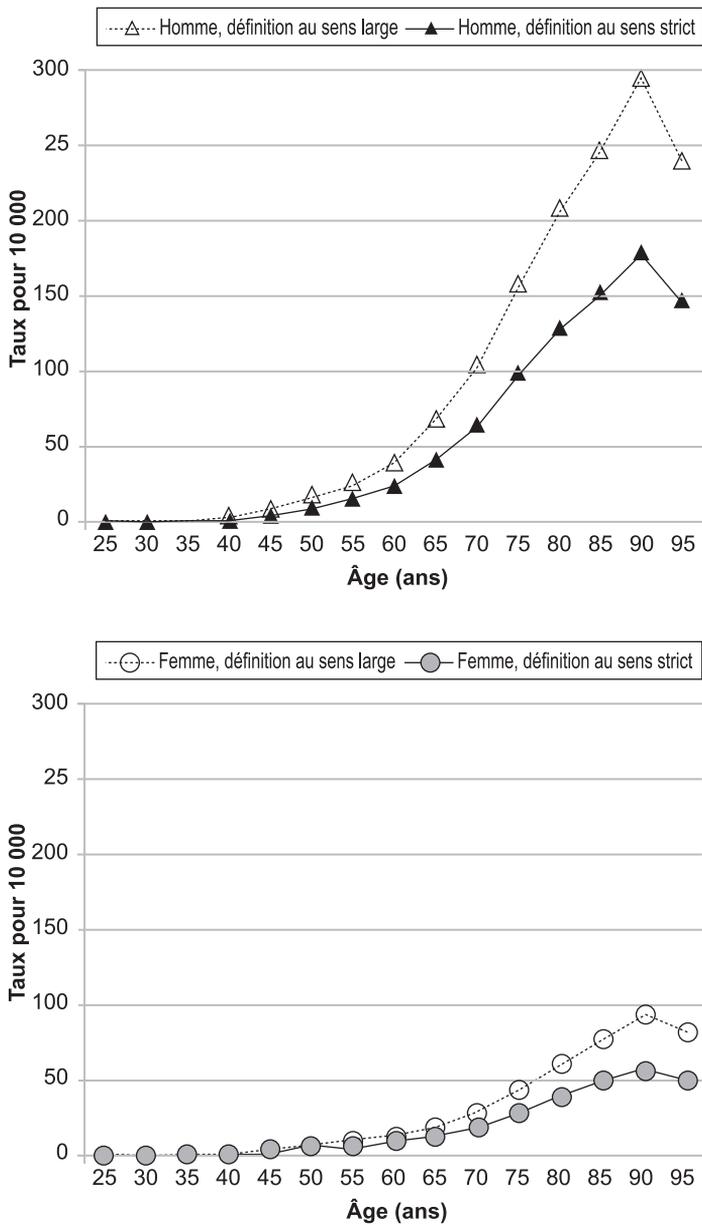


Figure 1.6 : Taux d'hospitalisation pour exacerbation de BPCO selon l'âge et le sexe (selon la définition retenue dans le PMSI) (Source : Santé publique France et Drees, 2017)

Éléments de l'expertise Anses sur la révision des repères relatifs à l'activité physique de février 2016 qui inclut les résultats de l'expertise Inserm 2008 « Activité physique : contextes et effets sur la santé »

BPCO

« Peu de travaux ont étudié le rôle joué par l'activité physique régulière sur la prévention primaire de pathologies respiratoires, au premier rang desquelles il convient de placer la broncho-pneumopathie chronique obstructive (BPCO). Ce constat avait déjà été réalisé par les auteurs de l'Expertise collective Inserm (2008) et peut être reconduit en l'état quelques années après. En effet, les publications les plus récentes insistent tout particulièrement sur l'intérêt de l'activité physique en prévention tertiaire, ou sur le rôle de toxiques environnementaux, du tabac et du cannabis sur l'incidence des BPCO.

Effets de l'activité physique sur le risque de pathologies respiratoires chroniques :

- la pratique régulière d'une activité physique d'intensité modérée à élevée semble limiter l'altération avec l'avancée en âge de variables ventilatoires comme le volume expiratoire maximal par seconde (VEMS) ;
- la diminution de VEMS au cours du temps, signe annonciateur de BPCO, particulièrement chez les sujets fumeurs, est minimisée par la pratique régulière de l'activité physique ;
- pour la prévention de survenue de BPCO, la part attribuable à la pratique régulière de l'activité physique d'intensité modérée à élevée a été évaluée à 21 %.

Par ailleurs, quelques effets adverses de l'activité physique sur l'appareil respiratoire sont mentionnés dans l'expertise Inserm de 2008 : Chez les adultes, la pratique d'activités sportives à haute intensité et dans des environnements contraignants pour l'arbre bronchique (climat froid, polluants atmosphériques, etc.) est à l'origine d'états d'hyperréactivité bronchique peu invalidants et chez les sportifs de type endurant ayant pratiqué plusieurs années à haut niveau une nouvelle forme clinique, plus invalidante, de l'asthme bronchique est observée.

En ce qui concerne le réentraînement à l'effort de patients atteints de BPCO, l'expertise Inserm souligne que cela a « fait l'objet de dizaines d'études contrôlées qui depuis 1996 ont été compilées » et qui montrent que « les résultats sont particulièrement remarquables : la dyspnée, la tolérance à l'effort, la qualité de vie, et le nombre d'exacerbations sont améliorées. Le niveau de preuve étant le plus élevé (A) en terme d'*evidence based medicine* ».

Asthme

L'OMS donne la définition suivante de l'asthme¹⁷ : « L'asthme est une maladie chronique qui se caractérise par des crises récurrentes où l'on observe des difficultés respiratoires et une respiration sifflante et dont la gravité et la fréquence varient d'une personne à l'autre ». Les causes de l'asthme ne sont pas à ce jour clairement élucidées. En revanche, les facteurs déclenchants des exacerbations sont bien identifiés : les infections respiratoires et les substances et particules inhalées capables de provoquer des réactions allergiques ou d'irriter les voies respiratoires (allergènes extérieurs et intérieurs, fumée du tabac, pollution atmosphérique, produits chimiques irritants sur le lieu du travail...). On peut maîtriser l'asthme grâce à une prise en charge globale associant une éviction des facteurs déclenchant les crises, l'éducation thérapeutique du patient et, chez les patients atteints d'asthme persistant, un traitement de fond médicamenteux. Une prise en charge adéquate permet

17. <http://www.who.int/respiratory/asthma/fr/>

de donner au patient asthmatique une bonne qualité de vie. Selon l’OMS, il y aurait actuellement 235 millions d’asthmatiques dans le monde. L’article sur le fardeau global des maladies (Vos et coll., 2015) pointe, avec le vieillissement des populations, une augmentation du nombre d’années de vie en incapacité liées à l’asthme de 10,6 millions en 2013, en augmentation de 31,6 % par rapport à 1990 quand on considère le pourcentage de variation brut, mais en diminution de 5,3 % quand on considère les variations ajustées sur l’âge. Chez les adultes, le nombre d’années de vie perdues ajustées pour l’incapacité augmente avec l’âge.

L’asthme étant plus fréquent chez les enfants, et parfois plus difficile à identifier chez les adultes, les données disponibles se focalisent peu sur les seuls adultes. Ainsi, en France, on dénombre en 2014 un peu plus de 64 000 séjours pour asthme survenus chez des personnes résidant en France : près d’un tiers concerne des personnes âgées de plus de 15 ans (figure 1.7). Contrairement à ce que l’on observe chez les enfants, chez les adultes les taux sont plus élevés chez les femmes. Les taux annuels standardisés d’hospitalisation pour asthme par classe d’âge en France entière DOM inclus sont restés stables entre 2010 et 2014 et étaient de 3,9 chez les 15-49 ans et de 4,4 chez les 50 ans ou plus. Les taux d’hospitalisation pour asthme aux âges adultes sont plutôt stables.

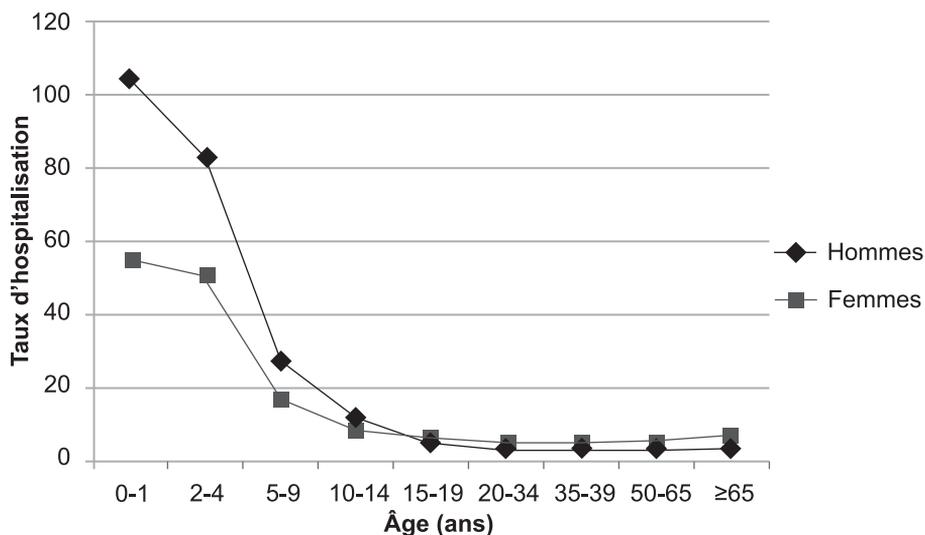


Figure 1.7 : Taux d’hospitalisation pour asthme par classe d’âge et sexe France entière, 2014 (Source : PMSI, ATIH)

L’analyse des inégalités sociales de santé (taux de patients hospitalisés en fonction de la couverture maladie universelle complémentaire (CMU-C) et de l’indice de désavantage social de la commune de résidence) a été effectuée

à partir des données de l'Assurance maladie (Drees et Santé publique France, 2017). Au total, 55 514 patients hospitalisés pour asthme en 2014 ont été identifiés par ces données. Parmi ces patients, 52 930 (95,3 %) ont consommé des soins en 2014 et parmi ces derniers, 36 742 sont âgés de 2 à 49 ans. L'analyse des inégalités sociales de santé a porté sur les 34 457 patients résidant en France métropolitaine pour lesquels les informations sur la CMU-C et l'indice de désavantage social de la commune de résidence étaient disponibles. Rapporté à la population de France métropolitaine de même âge, ayant consommé des soins en 2014 et pour laquelle les informations sur la CMU-C et l'indice communal de désavantage social étaient disponibles, le taux de patients hospitalisés pour asthme est de 8,7 pour 10 000 en 2014. Ce taux est plus élevé chez les personnes bénéficiant de la CMU-C (18,6/10 000, contre 7,6/10 000). Selon l'indice de désavantage social (exprimé en quintiles de population), il augmente de 7,9/10 000 chez les résidents des communes les plus favorisées à 10,6/10 000 chez les résidents des communes les plus défavorisées.

Chez l'adulte, le taux d'hospitalisation pour asthme paraît légèrement inférieur au taux moyen observé en Europe (respectivement, taux standardisé de 3,7 et 5,1/10 000 en 2011)¹⁸ (OCDE, 2014).

Surpoids et obésité

Surpoids et obésité sont des déterminants de nombreuses pathologies chroniques notamment du diabète, des maladies cardiovasculaires, de certains cancers, de l'apnée du sommeil et des troubles musculo-squelettiques. Chez les adultes, l'IMC (indice de masse corporelle) moyen exprimé en kg/m^2 , n'a cessé de croître dans la plupart des pays du monde depuis une cinquantaine d'années. Selon le rapport de l'OMS (2014), « on compte pour le surpoids (IMC $\geq 25 \text{ kg}/\text{m}^2$) et obésité (IMC $\geq 30 \text{ kg}/\text{m}^2$) 3,4 millions de décès par an et 93,6 millions de DALYs¹⁹ en 2010 ». Pour atteindre un bénéfice maximum pour la santé, il faudrait que l'IMC médian populationnel adulte se situe entre 21-23 kg/m^2 , et que les individus maintiennent leur IMC entre 18,5-24,9 kg/m^2 . Le risque de comorbidité commence à s'accroître à partir d'un IMC compris entre 25,0-29,9 kg/m^2 , et de façon plus importante avec des IMC supérieurs. Un article d'analyse (*NCD-RiskC factor collaboration*, 2016) de 1 698 études portant sur une population totale de 19,2 millions de

18. <http://www.oecd.org/fr/france/Panorama-de-la-santé-2015-Principaux-résultats-FRANCE.pdf>

19. *Disability Adjusted Life Years* : en français, les années de vie perdues corrigé de l'incapacité. Il s'agit d'une mesure de morbidité globale qui cumule pour une pathologie ou un facteur de risque donnés le nombre d'années de vie perdues et le nombre d'années vécues avec un handicap par rapport à l'espérance de vie attendue.

personnes dans 200 pays montre un accroissement moyen de l'IMC de 21,7 kg/m² (Intervalle de prédiction 21,3-22,1) en 1975 à 24,2 kg/m² (24,0-24,4) en 2014 chez les hommes et de 22,1 kg/m² (21,7-22,5) en 1975 à 24,4 kg/m² (24,2-24,6) en 2014 chez les femmes. L'IMC moyen, selon les régions, en 2014 varie pour les hommes de 21,4 kg/m² en Afrique centrale et Asie du sud-est à 29,2 kg/m² (28,6-29,8) en Polynésie et Micronésie ; chez les femmes l'écart est 21,8 kg/m² (21,4-22,3) en Asie du sud-est à 32,2 kg/m² (31,5-32,8) en Polynésie et Micronésie. La prévalence globale de l'obésité standardisée sur l'âge s'est accrue sur la même période de 3,2 % (2,4-4,1) à 10,8 % (9,7-12,0) chez les hommes et chez les femmes de 6,4 % (5,1-7,8) à 14,9 % (13,6-16,1). L'accroissement moyen de l'IMC dans le monde est de 0,63 kg/m² par décennie (0,53-0,73) chez les hommes et de 0,59 kg/m² par décennie (0,49-0,70) pour les femmes. Si la tendance à la hausse de l'IMC est bien présente en Europe sur la période, elle a été cependant moins rapide que dans les pays anglo-saxons qui ont aujourd'hui des IMC moyens beaucoup plus élevés qu'en Europe alors qu'ils étaient au même niveau en 1975.

En France, poids et taille sont régulièrement interrogés dans les enquêtes ObÉpi²⁰, Baromètre santé et mesurés dans les enquêtes Inca, ENNS et Esteban. L'analyse âge/période de la cohorte de quatre études ObÉpi de 1997, 2000, 2003 et 2006 réalisée pour mieux comprendre l'accroissement de la prévalence de l'obésité (Diouf et coll., 2010) confirme pour la France les résultats globaux (figure 1.8).

À âge égal, plus la cohorte de naissance est récente, plus l'IMC est élevé chez les hommes comme chez les femmes. Selon les enquêtes ObÉpi, en 2012, 32,3 % des Français adultes de 18 ans et plus sont en surpoids ($25 \leq \text{IMC} < 30 \text{ kg/m}^2$) et 15 % présentent une obésité ($\text{IMC} \geq 30 \text{ kg/m}^2$). Le nombre de personnes obèses en 2012 est estimé à environ 6 922 000, ce qui correspond à 3 356 000 personnes supplémentaires par rapport au chiffre de 1997. L'augmentation relative de 3,4 % du nombre de personnes obèses au cours des trois dernières années est significativement inférieure aux années précédentes : + 18,8 % entre 1997-2000, + 17,8 % entre 2000-2003, + 10,1 % entre 2003-2006 et + 10,7 % entre 2006-2009. En 2012, comme depuis 2003, la prévalence de l'obésité est plus élevée chez les femmes (15,7 % *versus* hommes 14,3 % ; $p < 0,01$). L'augmentation depuis 15 ans est plus nette chez les femmes notamment chez les 18-25 ans, ce qui constitue un facteur de risque défavorable pour la santé future de ces femmes. L'IMC moyen passe de 24,3 kg/m² en 1997 à 25,4 kg/m² en 2012 ($p < 0,05$), soit

20. La dernière enquête ObÉpi date de 2012, elles ont été arrêtées depuis. C'est maintenant Santé publique France qui interroge chaque année dans le cadre des baromètres Santé, le poids et la taille de la population vivant en France.

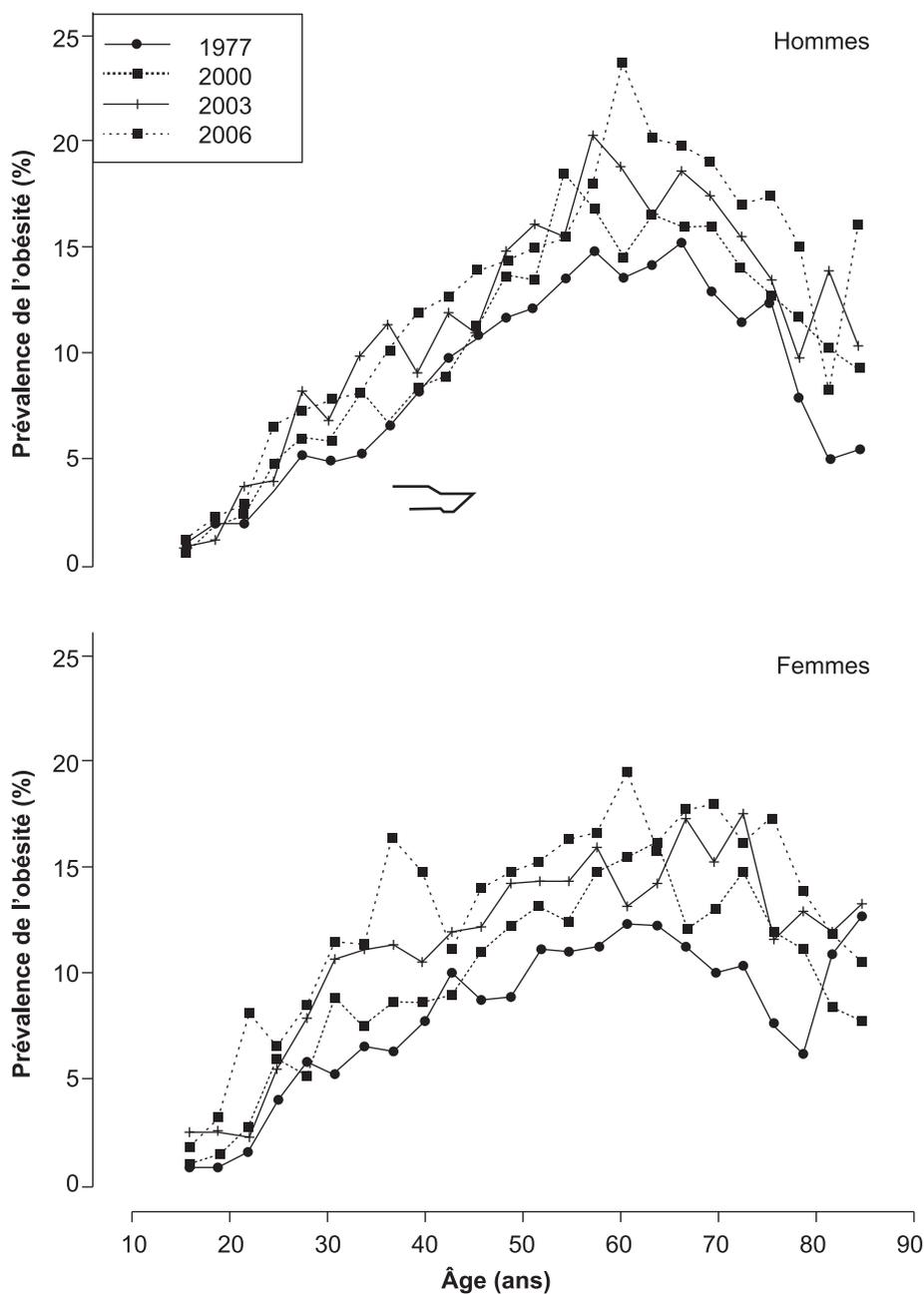


Figure 1.8 : Évolution de la prévalence de l'obésité dans les enquêtes ObEpi (d'après Diouf et coll., 2010)

© 2010, Lippincott Williams. (Figure traduite de l'anglais)

une augmentation moyenne de l'IMC de 1,1 kg/m² en 15 ans. Ce constat d'un IMC et d'une obésité à la hausse est cohérent avec les résultats publiés lors de l'analyse des 4 enquêtes Monica (Pigeyre et coll., 2011) réalisées dans la période 1986-2006, même si les enquêtes Monica montraient, contrairement aux résultats actuels, un accroissement de l'obésité plus sensible chez les hommes que chez les femmes, mais certes moins rapide qu'aux États-Unis pour les deux sexes. L'accroissement moins rapide en France et en Europe était attribué aux progrès significatifs du niveau d'éducation et socioéconomique durant la période. L'obésité et le surpoids sont effectivement très corrélés au gradient social de santé (Vernay et coll., 2013).

Enfin, l'obésité (Agborsangaya et coll., 2013) accroît le risque de multimorbidité : dans une enquête transversale portant sur 4 805 répondants au Canada, Agborsangaya (2013) montre que 36 % (prévalence standardisée selon l'âge et le sexe) des personnes interrogées présentaient une multimorbidité (calculée sur une liste de 17 maladies chroniques possibles dont l'obésité). Le nombre moyen de co-pathologies étaient significativement plus élevé chez les personnes souffrant d'obésité que chez celles qui n'en souffraient pas : 42,7 % (40,2-45,3) chez les personnes obèses *versus* 25,9 (24,4-27,3). À âge et niveau de revenu égaux, ces différences persistent. Les morbidités les plus fréquemment associées étaient chez les personnes obèses l'hypertension artérielle et l'arthrose chez les personnes non obèses. De même, de Santos et coll. (2013) pointent dans une étude transversale chez des femmes âgées de 50 ans et plus une association entre obésité et multimorbidité avec un accroissement de la multimorbidité de 3 % pour chaque accroissement d'un point de leur indice de masse corporelle.

Éléments de l'expertise Anses sur la révision des repères relatifs à l'activité physique de février 2016 qui inclut les résultats de l'expertise Inserm 2008 « Activité physique : contextes et effets sur la santé »

Surpoids et obésité

Prévention de la prise de poids

L'activité physique régulière diminue le risque de surpoids, d'obésité et de complications cardio-métaboliques avec un niveau de preuve très important. Les interventions les plus efficaces sont multimodales. Inversement, l'absence d'activité physique est associée au risque de surpoids, d'obésité et de complications cardio-métaboliques.

Chez l'adulte, l'activité physique aide au maintien de la perte de poids après un régime (avec un très fort niveau de preuve).

L'activité physique diminue la perte de masse musculaire lors d'un amaigrissement, cette perte constituant un élément majeur favorisant la reprise de poids.

L'activité physique constitue un élément essentiel pour lutter contre la prise de poids et le développement de l'obésité, quel que soit l'IMC.

Prévention des comorbidités de l'obésité

L'activité physique contribue à une meilleure santé des personnes souffrant de surpoids et d'obésité.

Indépendamment du statut pondéral, la capacité cardiorespiratoire est associée à un moindre risque de mortalité.

Indépendamment du statut pondéral et de la perte de poids, l'activité physique diminue les risques de pathologie cardiovasculaire, sans toutefois compenser totalement l'augmentation du risque liée à l'obésité.

Chez le sujet obèse, l'activité physique régulière permet de prévenir ou de retarder l'apparition du diabète de type 2, sans compenser totalement l'augmentation du risque liée à l'obésité.

L'activité physique régulière permet de diminuer la masse grasse abdominale et plus particulièrement la masse grasse viscérale, directement associée à la morbidité cardio-métabolique et à la mortalité.

En revanche, l'activité physique n'a pas montré son efficacité sur la perte de poids.

Diabète de type 2

Le diabète de type 2 (défini par une glycémie à jeun $\geq 7,0$ mmol/L [126 mg/dl]) est une cause bien connue de décès prématurés et d'invalidité. Il augmente le risque de maladies cardiovasculaires, d'insuffisance rénale, de cécité et d'amputation des membres inférieurs. Dans le monde, selon le rapport OMS (2014), le diabète était directement responsable de 1,5 million de décès en 2012 et 89 millions d'années de vie perdues ajustées sur l'incapacité. L'étude *Global burden of disease* de 2013 (Vos, 2015) estime que le nombre de cas de diabète de type 2 dans le monde est passé de 176 millions en 1990 à 410 millions en 2013. Le taux standardisé passant de 4 137,3 à 5 991,0/100 000 sur la même période soit un accroissement de 44,8 %.

Dans les pays à niveau socioéconomique élevé, la prévalence du diabète ne cesse de croître. Ainsi aux États-Unis, l'analyse des enquêtes répétées de Nhanes (*National Health and Nutrition Survey*, Menke et coll., 2015) montre que la prévalence totale du diabète (comprenant les personnes diagnostiquées et non diagnostiquées, repérées à partir de l'HbA1c ou d'une glycémie à jeun) est en forte augmentation passant de 9,8 % (8,9 %-10,6 %) en 1988-1994 à 10,8 % (9,5-12,0) en 2001-2002 et à 12,4 % (10,8-14,2) en 2011-2012. Cette augmentation concerne tous les groupes d'âges, les deux sexes, toutes les catégories d'éducation et tous les groupes ethniques. D'autres études mettent en évidence un ralentissement de cette progression depuis 2009 (Geiss et coll., 2014). Comme pour la plupart des maladies chroniques, l'incidence du diabète augmente avec l'âge (figure 1.9).

En France, selon Santé publique France²¹, la prévalence du diabète traité pharmacologiquement est estimée en 2013 à 4,7 % de la population²². La fréquence du diabète ne cesse d'augmenter depuis les premières estimations

21. Santé publique France est l'agence nationale de santé publique créée le 1^{er} mai 2016, résulte du rapprochement de trois instituts : Institut de veille sanitaire, Établissement de préparation aux urgences sanitaires et l'Institut national de prévention et d'éducation pour la santé.

22. <http://www.invs.sante.fr/Dossiers-thematiques/Maladies-chroniques-et-traumatismes/Diabete/Donnees-epidemiologiques/Prevalence-et-incidence-du-diabete>

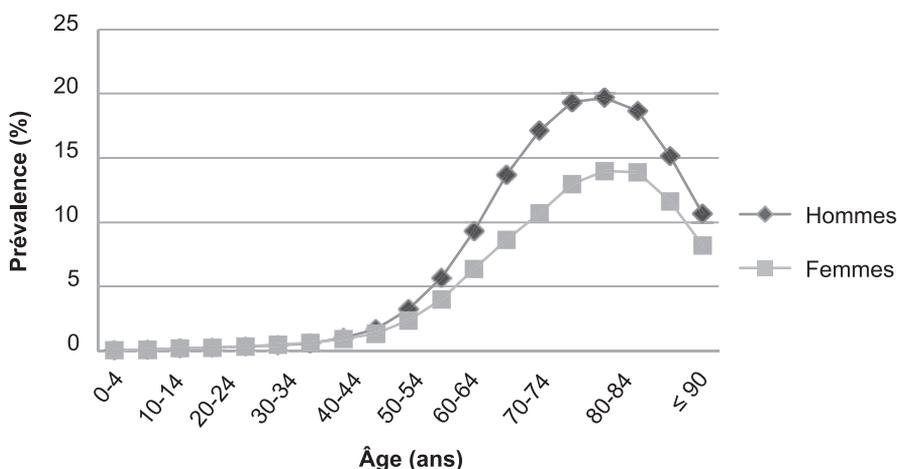


Figure 1.9 : Prévalence du diabète traité pharmacologiquement en France selon l'âge et le sexe (Source : Santé publique France)

établies en 2000 à partir des données de l'Assurance maladie (Fosse-Edorh et coll., 2015). Toutefois, cette progression enregistre un ralentissement : le taux de croissance annuel est ainsi passé de 5,4 % sur la période 2006-2009 à 2,3 % sur la période 2009-2013. La prévalence du diabète est plus élevée chez les personnes de niveau socioéconomique moins favorisé ainsi que chez les personnes originaires du Maghreb (Fosse-Edorh et coll., 2015). De plus, la prévalence du diabète augmente davantage dans les départements économiquement les moins favorisés. Elle est plus élevée dans les départements et territoires d'outre-mer, ce qui serait lié à la fois à un risque génétique élevé, à des conditions socioéconomiques défavorables et au passage d'un mode de vie « traditionnel » à un mode « occidental » qui favorise le développement du diabète et à une fréquence élevée de l'obésité. Les inégalités sociales de santé associées à la prévalence et la mortalité par diabète sont toujours présentes lorsqu'elles sont recherchées. La prévalence du diabète est plus élevée chez les personnes âgées de moins de 60 ans et bénéficiaires de la CMU-C (2,1 % *versus* 1,0 %) et augmente en fonction d'un indice territorial de désavantage social avec un gradient davantage marqué chez les femmes que chez les hommes (Jaffiol et coll., 2013 ; Mandereau et coll., 2014).

Par ailleurs, le suivi des cohortes Entred²³ 2001 et 2007 a mis en évidence un risque de décès plus important chez les ouvriers ainsi que dans la catégorie des artisans, commerçants et chefs d'entreprise, par rapport aux cadres (Piffaretti et coll., 2016). Ces résultats ont également été retrouvés dans la littérature (McEwen et coll., 2007 ; Engelmann et coll., 2016).

Les complications liées au diabète sont particulièrement fréquentes. Parmi les 3 millions de personnes traitées pharmacologiquement pour un diabète en France toujours en 2013, 11 737 ont été hospitalisées pour un infarctus du myocarde (2,2 fois plus que dans la population non diabétique), 17 148 pour un accident vasculaire cérébral (1,6 fois plus), 20 493 pour une plaie du pied (5 fois plus), 7 749 pour une amputation d'un membre inférieur (7 fois plus) et 4 256 ont démarré un traitement de suppléance pour une insuffisance rénale chronique terminale (IRCT, 9 fois plus) selon un article de novembre 2015 du BEH (Couchoud et Lassale, 2015).

Enfin, il s'agit d'une maladie très souvent sous-diagnostiquée : dans l'étude Nhanes, 25 % des personnes atteintes de diabète ne se savaient pas diabétiques (Menke et coll, 2015), dans l'enquête ENNS en France cette proportion était d'un peu moins de 20 % (Bonaldi et coll., 2011).

Éléments de l'expertise Anses sur la révision des repères relatifs à l'activité physique de février 2016 qui inclut les résultats de l'expertise Inserm 2008 « Activité physique : contextes et effets sur la santé »

Diabète

« L'activité physique, dans le cadre d'une modification du mode de vie, est un moyen majeur de prévenir ou de retarder la survenue d'un DT2 chez des sujets à risques. L'incidence du DT2 pourrait être diminuée d'environ 58 % ; cet effet, notamment physiologique, pouvant persister jusqu'à au moins 3 ans après la fin de l'intervention²⁴.

Les effets d'une activité physique régulière sur la prévention du DT2 s'observent quel que soit l'IMC et seraient indépendants de la perte de poids et de l'alimentation. Ils sont mis particulièrement en évidence chez les sujets à risque élevé de DT2 : les personnes intolérantes au glucose, en surpoids ou obèses.

Dans le cadre de la prévention du DT2, la quantité d'activité physique semble plus importante que l'intensité de la pratique. »

L'activité physique représente un intérêt majeur (dû notamment à une amélioration significative de la tolérance au glucose) dans la prévention du diabète de type 2. L'activité physique, associée à d'autres mesures hygiéno-diététiques, représente un élément majeur pour prévenir ou retarder la survenue d'un diabète de type 2. Cette prévention doit se concevoir dans le cadre d'une approche globale des modifications du mode de vie telle que les études d'intervention l'ont montré : une activité physique régulière (recommandations de grade A) (*American Diabetes Association*, 2014) et la limitation des activités sédentaires (temps passé assis), associées à une alimentation équilibrée. »

Par ailleurs, pour les femmes enceintes, l'activité physique semble présenter un intérêt pour réduire le risque de diabète gestationnel, si elle est débutée l'année précédant la grossesse ou en début de grossesse. La pratique régulière d'activité physique améliore le bien-être et la qualité de vie et diminue les symptômes dépressifs pendant la grossesse et en période de *post-partum*.

Des travaux récents ont également montré l'intérêt d'une modification des modes de vie à plus long terme, même après l'arrêt d'une intervention, sur la diminution de l'incidence du DT2 (*American Diabetes Association*, 2015).

24. Ces données proviennent d'une seule étude.

Cancers

Selon l'OMS et les résultats de Globocan (Ferlay et coll., 2015), les cancers figurent parmi les principales causes de morbidité et de mortalité dans le monde. En 2012, on comptait approximativement 14,1 millions de nouveaux cas et 8,2 millions de décès liés à la maladie. Le nombre de nouveaux cas devrait augmenter de 70 % environ au cours des deux prochaines décennies et passer de 14 millions en 2012 à 22 millions. Environ 30 % des décès par cancer sont dus aux cinq principaux facteurs de risque comportementaux et alimentaires : un indice élevé de masse corporelle, une faible consommation de fruits et légumes, le manque d'exercice physique, le tabagisme et la consommation d'alcool.

Ces estimations correspondent à une incidence standardisée de 182 pour 100 000 et un taux de mortalité standardisé de 102 pour 100 000. Il y a légèrement plus de cas incidents (53 % des cas incidents) et de décès (57 %) parmi les hommes que chez les femmes. L'Europe et l'Amérique du Nord ont les taux les plus élevés de cancer chez les hommes comme chez les femmes. L'incidence de la grande majorité des cancers augmente avec l'âge (figure 1.10). C'est dire que comme pour les autres maladies chroniques, la prévalence augmente et augmentera de façon importante sous le double effet de l'accroissement de la population et l'amélioration des traitements qui en diminue la mortalité. Les quatre principaux cancers qui affectent les populations en Amérique du Nord sont les mêmes qu'en Europe : les cancers de la prostate, du sein, du poumon, du côlon et du rectum.

Pour la France²⁵, il s'agit de la première cause de décès et de morbidité. En 2015, le nombre de nouveaux cas de cancer en France métropolitaine était estimé à 385 000 : 211 000 hommes et 174 000 femmes. Les cancers de la prostate, du sein, du côlon-rectum et du poumon sont, comme attendu, les cancers les plus fréquents. Entre 1980 et 2012, l'incidence a fortement augmenté tant chez les hommes, de 283,5 à 362,6 pour 100 000, que chez les femmes, de 176,4 à 252,0 pour 100 000. La rapidité de cet accroissement semble ralentir depuis 2005 chez les femmes et même semble diminuer légèrement chez les hommes.

Le nombre de décès par cancer est estimé à 149 500 en 2012 : 84 100 chez l'homme et 65 400 chez la femme. La mortalité a fortement diminué tant chez les hommes que chez les femmes passant de 214,6 pour 100 000 en 1980 à 133,6 chez les premiers et de 100,4 à 73,2 chez ces dernières.

25. <http://www.e-cancer.fr/Expertises-et-publications/Catalogue-des-publications/Les-cancers-en-France-Edition-2015>

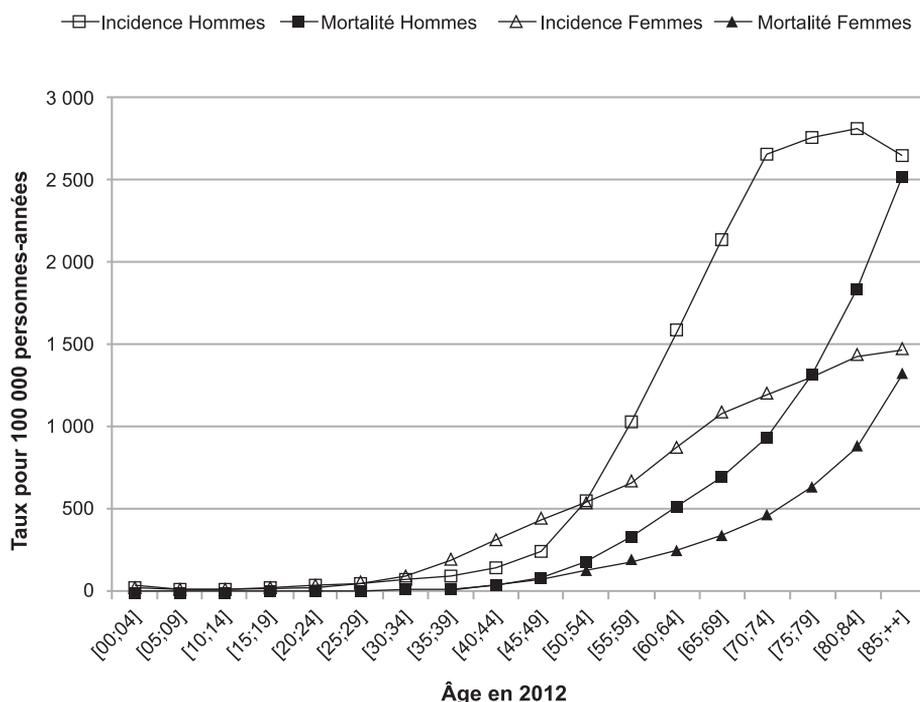


Figure 1.10 : Incidence et mortalité selon l'âge et le sexe en 2012, tous cancers, France métropolitaine (Source : Binder-Foucard, 2013)

Il est à préciser toutefois que ces évolutions 1980-2012 ne sont pas identiques selon les localisations de cancers (Binder-Foucard et coll., 2014). La plupart des cancers ont vu durant cette période leur incidence croître et leur mortalité diminuer, par exemple le cancer du sein chez les femmes, les cancers de la prostate et du testicule chez les hommes, le cancer du rein et le cancer de la thyroïde chez les hommes comme chez les femmes. D'autres ont vu leur incidence et mortalité baisser. C'est le cas des cancers des voies aérodigestives supérieures (VADS) chez les hommes (en raison de la diminution importante de la consommation chronique et abusive d'alcool), du cancer du col de l'utérus et de l'ovaire chez les femmes et du cancer de l'estomac pour les deux sexes (en lien avec des modifications des habitudes alimentaires et la diminution de la prévalence de l'infection à *Helicobacter pylori*). Trois localisations de cancers ont connu une évolution plus péjorative avec une augmentation de l'incidence et de la mortalité. C'est le cas du cancer du poumon chez les femmes (en raison de l'absence notable de réduction du tabagisme chez elles, même si les taux d'incidence et de mortalité restent chez elles encore inférieurs à ceux des hommes), du mélanome cutané, des cancers du système nerveux central.

Une récente publication (survie 2016)²⁶, portant sur la période 1989-2013, montre une amélioration de la survie nette standardisée à 5 ans pour la plupart des cancers. Cette amélioration est liée, d'une part, à une plus grande précocité des diagnostics (en lien avec le dépistage organisé ou individuel, mais également avec l'amélioration des pratiques et techniques diagnostiques), et d'autre part, aux progrès thérapeutiques de ces dernières années. L'augmentation globale de l'incidence et de la survie entraîne et entraînera une augmentation très importante de la prévalence par cancer. La qualité de vie, la réinsertion dans la vie sociale et professionnelle, la préservation de l'autonomie sont d'ores et déjà des enjeux essentiels.

Éléments de l'expertise ANSES sur la révision des repères relatifs à l'activité physique de février 2016 qui inclut les résultats de l'expertise Inserm 2008 **« Activité physique : contextes et effets sur la santé »**

Cancer colo rectal

Les conclusions de l'Expertise collective Inserm (2008) ont été confirmées par les données récentes : l'activité physique est associée de façon convaincante à une diminution du risque de cancer du côlon (*World Cancer Research Fund and the American Institute for Cancer Research*, 2011 ; Boyle et coll., 2012). La méta-analyse de Wolin et coll. (2009), portant sur 52 études, a montré que la survenue de cancer du côlon est en moyenne diminuée de 25 % chez les sujets les plus actifs par rapport aux moins actifs (études cas-témoins et cohortes). L'effet protecteur de l'activité physique serait indépendant de l'IMC : la réduction du risque est également observée dans les populations en surpoids et chez les sujets obèses sans différence entre les sexes (Wolin et coll., 2009 ; Boyle et coll., 2012). Par ailleurs, l'effet de l'activité physique semble indépendant de l'alimentation (Slattery et Potter, 2002 ; Anses, 2011).

Concernant le cancer du rectum, l'effet protecteur de l'activité physique n'a pas été retrouvé.

Cancer du sein

Chez les femmes les plus actives, le risque relatif de développer un cancer du sein est diminué de 10 à 27 %, en fonction des populations et des types d'activité. Cet effet est considéré avec un niveau de preuve probable chez les femmes qu'elles soient ménopausées ou non. Cependant, l'effet protecteur de l'activité physique n'est pas observé en cas d'obésité.

Autres localisations de cancers

Il est probable que l'activité physique joue un rôle protecteur sur la survenue des cancers du poumon et de l'endomètre.

Pour les autres localisations de cancer, les données sont insuffisantes pour conclure (prostate, ovaires, pancréas, rein).

Pathologies mentales : dépression et schizophrénie

Selon les résultats de l'étude sur le *Global Burden of Disease* de 2013²⁷ (Vos, 2015), les pathologies psychiatriques dans leur ensemble comptent dans le monde pour 23 % du nombre total des années de vie perdues en incapacité.

26. <http://www.e-cancer.fr/Expertises-et-publications/Catalogue-des-publications/Survie-des-personnes-atteintes-de-cancer-en-France-metropolitaine-1989-2013-Partie-1-Tumeurs-solides>

27. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs397/fr/> Schizophrénie

Schizophrénie

Selon la définition de l'OMS (2014), la schizophrénie est un trouble mental qui affecte plus de 21 millions de personnes dans le monde. Elle se caractérise par des distorsions de la pensée, des perceptions, des émotions, du langage, du sentiment de soi et du comportement. Le ressenti comporte souvent le fait d'entendre des voix et d'avoir des hallucinations. Elle est plus fréquente chez l'homme (12 millions) que chez la femme (9 millions). Elle débute souvent plus tôt chez l'homme.

Le nombre d'années de vie perdues en incapacité, autour de 15 millions pour la schizophrénie en 2013 (Vos, 2015), aurait augmenté depuis 1990 de 52,1 % (50,3-54,1) accroissement essentiellement dû à l'augmentation et au vieillissement de la population. Les pourcentages de variation entre les deux dates ajustés par l'âge étant en effet stables -1,1 % (-2,2-0,1).

Deux revues systématiques de la littérature, l'une sur l'incidence (MCGrath et coll., 2004) et l'autre sur la prévalence (Saha et coll., 2005) de la schizophrénie, ont été publiées par la même équipe australienne respectivement en 2004 et 2005. La même équipe en a publié une mise à jour en 2008. Cette dernière mise à jour montre que contrairement à ce qui est couramment affirmé, les taux d'incidence de la schizophrénie ne sont pas identiques d'un pays à l'autre (MCGrath et coll., 2008). L'incidence médiane en population générale sur un total de 158 études identifiées (fournissant près de 1 458 taux d'incidence) est de 15,2 pour 100 000, variant entre 7,7 et 43,0 (en excluant les 10 % d'incidences les plus élevées et les plus basses). Les associations avec certains déterminants semblent constamment retrouvées. Les hommes sont plus souvent atteints que les femmes : ainsi le sexe-ratio médian sur l'ensemble des études est de 1,4 avec un écart interquartile de 0,9 à 2,4, des incidences plus élevées en zone urbaine (19 pour 100 000 contre 13,3 pour 100 000 en zone mixte rurale-urbaine) et chez les migrants (4,6 fois plus élevée par rapport à la population native). Il ne semble pas y avoir de différence significative avec le statut économique. Dans ces études d'incidence, ces associations persistent quels que soient la classification (DSM-III ou CIM) ou méthodes diagnostiques (interview, diagnostic clinique, etc.) ou le type de protocole utilisés pour définir la schizophrénie.

La revue systématique concernant la prévalence estime qu'elle oscille entre 4 et 7 pour 1 000 personnes montrant un poids de morbidité important qui indique que l'on ne guérit pas facilement de la schizophrénie et dont le corollaire est la nécessité d'évaluer l'éventail thérapeutique offert. Contrairement à l'incidence, il ne semble pas y avoir de différence de prévalence entre les hommes et les femmes, entre les milieux urbains ou ruraux, et selon

les époques. En revanche, la prévalence chez les migrants est 1,8 plus importante que chez les natifs.

Un état des lieux de la surveillance de la santé mentale en France paru en 2011 (Chan Chee et coll., 2011) rassemblait l'ensemble des études existantes et montrait que le système de surveillance épidémiologique des maladies mentales était insuffisant et hétérogène. Il soulignait que la surveillance des pathologies psychotiques, dont la schizophrénie fait partie, semblait plus légitime dans les populations spécifiques (personnes détenues, SDF) qu'en population générale et que de ce fait, il n'existe pratiquement pas de données sur le poids de morbidité et de mortalité de la schizophrénie en population générale en France. Dans ces populations, cet état des lieux rappelle que 3 études, toutes effectuées selon un plan de sondage précis et avec un diagnostic clinique psychiatrique, ont permis d'obtenir des estimations de la prévalence de la schizophrénie. Il s'agit de l'étude Samenta réalisée en 2009 auprès de 840 personnes sans logement personnel en Île-de-France, d'une étude réalisée en 2004 auprès de 700 détenus, et d'une autre réalisée en 1996 à Paris auprès de 715 personnes sans domicile. La prévalence de la schizophrénie dans ces populations ciblées était respectivement de 8,4 %, 6,2 % et 14,9 %.

En population générale, les données du Sniiram de l'ensemble des régimes de l'Assurance maladie associées aux données hospitalières permettent d'identifier les personnes souffrant de schizophrénie et ayant eu recours aux soins. Ainsi, en 2014, environ 238 000 personnes souffrant de schizophrénie, soit 3,75 personnes sur 1 000 ont été prises en charge par le système de soins. Le rapport de taux hommes/femmes, tous âges confondus, est de 1,8. La population souffrant de schizophrénie prise en charge par le système de soins est plus jeune que celles souffrant des pathologies chroniques précédemment revues dans ce chapitre : 85 % des hommes et 78 % des femmes sont âgés de 25 ans à 64 ans. Le taux de personnes souffrant de schizophrénie est supérieur chez les bénéficiaires de la CMU-C (5,8 ‰ versus 3,9 ‰ chez les non-bénéficiaires, après standardisation sur l'âge). Contrairement à la plupart des maladies chroniques étudiées dans le cadre de ce travail, l'incidence de la schizophrénie est maximale dans les tranches d'âge de jeunes adultes (figure 1.11) (Drees et Santé publique France, 2017).

Une étude plus récente (Szoke et coll., 2014) portant sur les déterminants de la psychose (terme incluant toutes les pathologies psychotiques dont la schizophrénie) et comparant dans deux territoires donnés, l'un urbain (Val-de-Marne) et l'autre rural (Puy de Dôme) confirme une incidence annuelle plus importante en zone urbaine 36,02/100 000 personnes années contre 17,2/100 000 personnes années en zone rurale. Cette étude confirme également la surreprésentation masculine pour ce qui concerne les psychoses dites

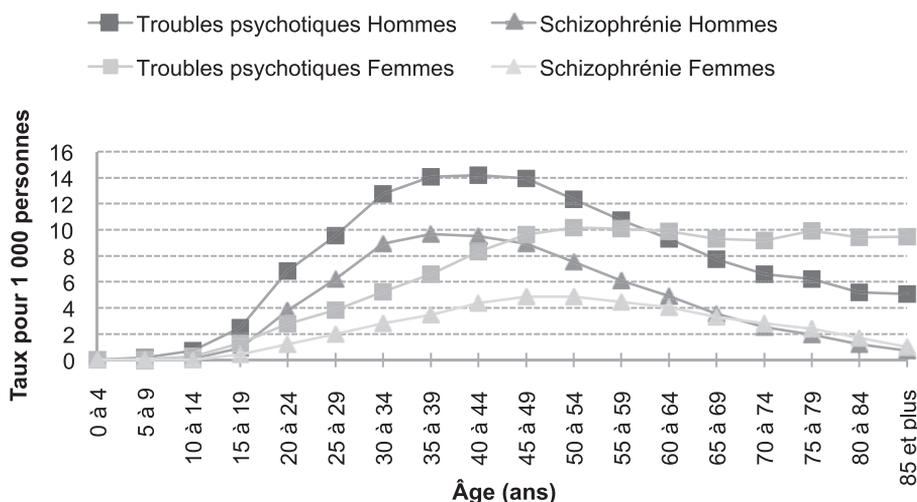


Figure 1.11 : Taux pour 1 000 personnes souffrant de troubles psychotiques ou de schizophrénie et prises en charge selon l'âge et le sexe, France, 2014 (Source : Sniiram, analyses Santé publique France)

« non affectives » dans lesquelles entre la schizophrénie, avec un sexe-ratio de 7,68 (6,73-8,88) en zone rurale, et de 2,44 (1,88-3,00) en zone urbaine.

Éléments de l'expertise Anses sur la révision des repères relatifs à l'activité physique de février 2016 qui inclut les résultats de l'expertise Inserm 2008 « Activité physique : contextes et effets sur la santé »

Schizophrénie

Rien n'a été retrouvé dans les expertises Inserm et Anses sur les effets de l'activité physique sur la schizophrénie.

Dépression

La dépression est un trouble mental courant, persistant dans le temps, dont l'expression clinique est caractérisée par une tristesse, une perte d'intérêt et de plaisir, une faible estime de soi ou un sentiment de culpabilité, des troubles du sommeil et de l'appétit souvent accompagnés de symptômes d'anxiété.

Selon le département de santé mentale de l'OMS²⁸, il est estimé en 2012 que 350 millions de personnes souffrent de dépression dans le monde. La dépression est un contributeur majeur de nombre d'années de vie perdues en incapacité. Le nombre d'années de vie perdues en incapacité qui se situe

28. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs369/fr/> Définition de la dépression – Mise à jour Avril 2016

autour de 616 millions pour les troubles dépressifs et de 52 millions pour la dépression majeure en 2013 (Vos, 2015), aurait augmenté depuis 1990 respectivement de 53,6 % (49,6-58,4) et de 53,4 % (48,8-59,2), accroissement essentiellement dû à l'augmentation et au vieillissement de la population. Les pourcentages de variation entre les deux périodes ajustés par l'âge étant en effet respectivement 4,0 % (2,2-5,6) et 4,7 % (2,7-6,7).

En France, l'article de Chan Chee (Chan Chee et coll., 2011) sur l'état des lieux de la surveillance de la santé mentale en France, montre que la prévalence des épisodes caractérisés de dépression (ECD) au cours des douze derniers mois mesurés par le CIDI-SF (le *Composite International Diagnosis Interview-Short form*) entre les deux enquêtes 2005 (n = 16 833 individus) et 2010 (n = 8 238) multithématiques en population générale (Baromètres santé) pour la population des 15-75 ans est stable avec une prévalence d'ECD au cours des 12 derniers mois de 7,8 % en 2005 comme en 2010. En 2005, l'enquête Anadep en population générale sur 6 498 individus portant spécifiquement sur la dépression en utilisant également le CIDI-SF estimait la prévalence au cours des 12 mois précédant l'enquête à 5 %. Un échantillon aléatoire représentatif de 21 425 habitants de 18 ans et plus non institutionnalisés de plusieurs pays européens [Belgique, France (n = 2 894), Allemagne, Italie, Pays-Bas et Espagne] a été interrogé entre janvier 2001 et août 2003 en utilisant le *World Mental Health Composite International Interview* (WMH-CIDI). La prévalence des épisodes caractérisés de dépression au cours des douze derniers mois était de 6 %, l'ensemble de ces études donnant des chiffres similaires entre eux. Les enquêtes réalisées en population générale dans la région Île-de-France en 1991 puis en 2005 (Kovess-Masfety et coll., 2009) selon les mêmes méthodologies avec l'utilisation du CIDI-SF montrent un léger accroissement de la prévalence de la dépression (au moins 5 symptômes : 8,9 (7,3-10,9) en 1991 et 11,7 (10,8-12,6) en 2005) et respectivement 2,8 (2,0-4,0) et 3,1 (2,6-3,6) pour les symptômes de dépression sévère (avec plus de critères que ceux considérés pour ECD).

Les facteurs de risque de la dépression, constamment retrouvés dans les études, sont : être une femme, vivre seul, être séparé ou divorcé, être inactif. Par ailleurs, on s'intéresse de plus en plus aux facteurs biographiques et contextuels de la dépression comme avoir été victime de violences sexuelles ou physiques, témoin de violence inter-parentales, avoir subi de longues périodes de chômage parental ou de graves difficultés financières qui sont des facteurs de risque de la dépression.

Éléments de l'expertise Anses sur la révision des repères relatifs à l'activité physique de février 2016 qui inclut les résultats de l'expertise Inserm 2008 « Activité physique : contextes et effets sur la santé »

Santé mentale et dépression

Selon l'Anses, les données récentes ont conforté les conclusions de l'Expertise collective Inserm (2008) : la pratique régulière d'activité physique d'intensité modérée à élevée exerce un effet protecteur vis-à-vis de la survenue du stress psychologique, de l'anxiété, les manifestations de dépression et de la qualité de vie. Des bénéfices sur la santé mentale sont observés dès les faibles niveaux de pratique. Les activités physiques d'intensité modérée ont un bénéfice plus marqué sur la santé mentale que les exercices de faible intensité, sans pour autant observer un effet-dose.

L'expertise de l'Inserm souligne que « les méta-analyses réalisées entre 1990 et 2006 sur des populations très diverses mettent en évidence des résultats convergents : la pratique d'activité physique ponctuelle ou durable entraîne une diminution du niveau de dépression. La pratique d'une activité physique régulière permet de lutter contre le stress psychologique, l'anxiété et de limiter les risques de dépression. Un effet-dose a été suggéré : plus la fréquence de pratique d'activité physique de loisir d'intensité élevée était importante, plus faible était le risque de développer un épisode dépressif. La pratique d'activité physique serait particulièrement efficace pour lutter contre le stress au travail, le risque de dépression et de *burn-out*, chez les personnes ayant un emploi sédentaire ».

Troubles musculo-squelettiques et rhumatismaux

Les maladies musculo-squelettiques²⁹ et rhumatismales concernent selon la Classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé (CIF) de l'OMS, plus de 150 maladies et syndromes (aussi divers que l'arthrose, la polyarthrite rhumatoïde, l'ostéoporose, la lombalgie, le syndrome du canal carpien, l'épicondylite, etc.), soit un ensemble très large de pathologies qui sont généralement d'installation progressive et associées à de la douleur. Selon le *Global Burden of Disease Study 2013* (Vos, 2015), les troubles musculo-squelettiques (TMS) arrivent en seconde position des plus grandes causes d'incapacité dans le monde, donnant lieu à de coûteuses dépenses de santé et de nombreux jours de perte de travail. Le nombre d'années perdues en incapacité au niveau mondial est important, estimé à environ 146 millions, et en augmentation de 61 % par rapport à 1990, en raison du vieillissement de la population. Les parties du corps les plus fréquemment atteintes sont : le dos, les membres supérieurs (épaule, coude, poignet), plus rarement les membres inférieurs (genoux). Les TMS ont des

29. Dans la bibliographie anglo-saxonne, les troubles musculo-squelettiques regroupent la plupart du temps les troubles, les symptômes, les maladies musculaires et ostéoarticulaires. Lorsque cette bibliographie s'intéresse aux troubles musculo-squelettiques liés à l'activité professionnelle, elle parle spécifiquement de « *work related musculoskeletal disorders* », ou de « *musculoskeletal disorders of occupational medicine* » alors qu'en France les troubles musculo-squelettiques se réduisent la plupart du temps aux seuls troubles musculo-squelettiques d'origine professionnelle. Ici c'est le sens large, anglo-saxon des troubles musculo-squelettiques qui est retenu. Le chapitre spécifique concernant ces pathologies est d'ailleurs intitulé pathologies ostéo-articulaires.

déterminants multiples notamment des facteurs individuels et biologiques tels que l'âge, le sexe, l'immunodépression, et des facteurs biomécaniques résultant de contraintes physiques exercées le plus souvent dans le cadre d'une activité professionnelle.

En France, peu de données sur les TMS en population générale ont été retrouvées. Deux études issues de l'enquête Handicap santé de 2008 (N = 29 931) représentatives de la population tous âges habitant en France en ménage, apprécient la charge de morbidité des TMS (Palazzo et coll., 2014) (figure 1.12) et mettent en évidence les associations entre les maladies chroniques et les TMS (Pallazzo et coll., 2012). À partir d'un questionnaire, les répondants déclaraient leurs TMS à partir d'une liste de 52 troubles dont l'arthrose, les douleurs lombaires, les douleurs de la nuque, l'ostéoporose, la déviation de la colonne vertébrale ainsi que leurs comorbidités. Ils étaient également interrogés sur leurs difficultés à réaliser des activités, ainsi que sur leur renoncement à participer à certaines activités. Une correspondance est établie entre le questionnaire et les critères de TMS de la classification CIF. Au moins un TMS a été déclaré par 27,7 % (26,9-28,4) des individus (ce qui correspond pour la France à 17,3 millions de personnes). Pour 12,5 % (12,1-13,1) d'entre eux, il s'agissait d'un mal de dos, et pour 12,3 % (11,8-12,7) d'une arthrose. Les personnes avec des TMS sont plus âgées et souffrent davantage de comorbidités. Comme on peut le voir dans le graphique ci-après, la prévalence de la plupart des maladies musculo-squelettiques croît avec l'âge (Palazzo et coll., 2014).

L'article s'attache à définir pour chaque facteur de risque sa fraction attribuable moyenne. Les fractions attribuables moyennes (FAM), contrairement aux fractions attribuables, sont appropriées dans des situations de comorbidité. Selon cet article, ces FAM peuvent être sommées pour des résultats toujours inférieurs à 100 %. Ces FAM sont des mesures complémentaires des années de vie perdues en incapacité couramment utilisées pour calculer la charge de morbidité. Les années de vie perdues en incapacité indiquent la prévalence des troubles et la FAM la contribution respective de chacun des facteurs de risque aux troubles musculo-squelettiques et plus généralement aux incapacités. Ainsi la seconde analyse (Palazzo et coll., 2012) sur l'enquête Handicap Santé explore les relations entre les incapacités et maladies chroniques. Les incapacités sont mesurées par la capacité (notée de 0 à 4) à accomplir les activités quotidiennes de base selon le score de Katz (six items sont considérés : faire sa toilette, se vêtir, aller aux toilettes, se transférer, préparer le repas et s'alimenter). Pour une estimation de 38,8 millions de personnes atteintes de maladies chroniques, 14,3 % (14,0-14,6) d'entre elles s'autoévaluent comme souffrant de limitations d'activités, 4,4 % (4,4-4,9)

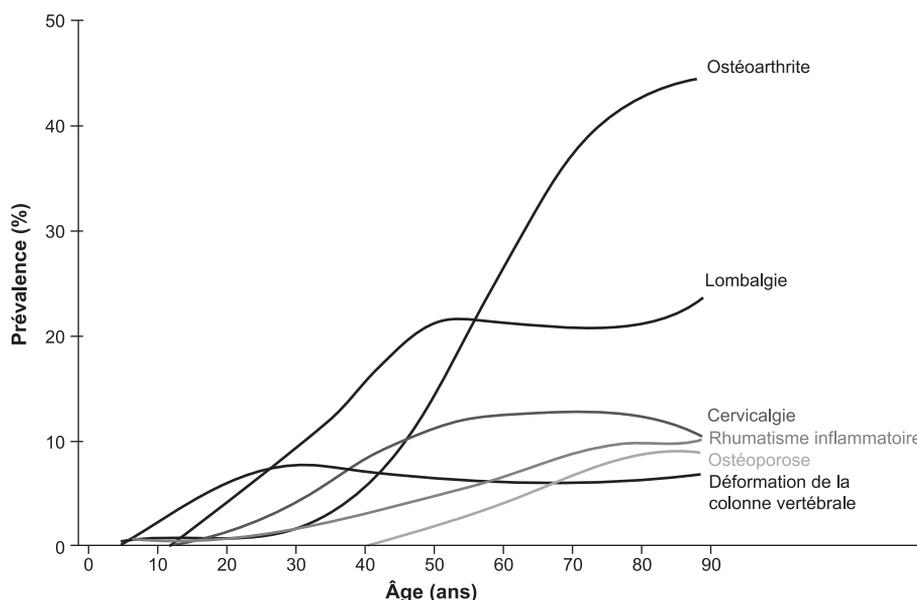


Figure 1.12 : Prévalence des maladies musculo-squelettiques selon l'âge en France (Source : Palazzo et coll., 2014)

étaient limitées dans leurs activités quotidiennes voire sévèrement pour 1,7 % (1,5-1,8). Les troubles neurologiques et les TMS ont l'impact le plus important sur les incapacités avec une FAM de 17,4 % et de 16,4 % respectivement. Les maladies cardiovasculaires viennent ensuite avec une FAM à 11,1 %. Les affections psychiatriques arrivent en 6^e place avec une FAM à 5,8 %, et représentent le contributeur principal aux incapacités dans la tranche d'âges des moins de 40 ans (FAM = 27,4 %).

Ces deux analyses sont particulièrement intéressantes. Les FAM reflètent la proportion attendue de réduction des incapacités qui pourraient être obtenues par la suppression (théorique) de chacune des maladies chroniques. Elles mettent également en évidence la contribution majeure des maladies chroniques aux incapacités et l'importance d'en limiter leurs impacts pour la préservation de l'autonomie et de la qualité de vie des personnes qui en sont atteintes.

Éléments de l'expertise Anses sur la révision des repères relatifs à l'activité physique de février 2016 qui inclut les résultats de l'expertise Inserm 2008 « Activité physique : contextes et effets sur la santé »

Arthrose

« Ainsi, les activités dynamiques en charge, d'intensité modérée à élevée sans impact important, n'entraînent pas de risque d'arthrose et pourraient avoir un effet positif sur le cartilage. L'effet bénéfique de l'activité physique pourrait s'expliquer également par l'effet de protection articulaire lié à l'entretien et au renforcement musculaire péri-articulaire. »

Ostéoporose

« Tout au long de la vie, la pratique d'activité physique à impact (par exemple course et sauts) est associée à une moindre diminution de la masse osseuse et à un moindre risque de fractures ostéoporotiques. Les exercices en charge à impact d'intensité élevée (de type course et sauts) contribuent à augmenter significativement la masse osseuse. La pratique régulière d'une activité physique à impact est nécessaire pour maintenir la masse osseuse ; la personne âgée, et plus particulièrement la femme ménopausée, est à risque d'ostéoporose et par conséquent à risque de fracture ostéoporotique ; chez la femme ménopausée, l'activité physique à impact augmente la densité minérale osseuse (rachis, col fémoral et trochanter) et permettrait de diminuer le nombre de fractures. Ces effets se retrouveraient aussi chez les hommes âgés.

Il ne semble pas exister d'effet dose-réponse mais des études sont encore nécessaires pour déterminer le seuil d'intensité, la fréquence, la durée de l'activité physique requis pour engendrer un bénéfice sur l'os. »

Multimorbidité

Avec le vieillissement des populations et l'accroissement de la prévalence de toutes les maladies chroniques, la fréquence des personnes atteintes de plusieurs maladies chroniques ne cesse de croître. La surveillance épidémiologique de la multimorbidité comme un indicateur de l'état de santé de la population permet de compléter les informations apportées par la surveillance des maladies chroniques considérées séparément. En effet, les personnes souffrant de plusieurs maladies chroniques nécessitent des prises en charge globales et adaptées à leur état de santé. Enfin, les pathologies chroniques les plus fréquentes partagent un certain nombre de facteurs de risque communs : l'obésité, la consommation de tabac, la sédentarité et l'inactivité physique. La prévention dans ce contexte est un enjeu majeur et les actions de prévention primaire, secondaire et tertiaire sur ces facteurs communs auront un impact sur l'ensemble des maladies conséquentes. En l'occurrence, l'analyse fine des impacts de l'activité physique sur les personnes souffrant de plusieurs maladies chroniques entre dans le cadre de cette expertise.

Cependant, la définition de la multimorbidité (la combinatoire des maladies chroniques entre elles étant presque infinie) varie beaucoup d'une étude à l'autre ce qui rend ardue la comparaison de leurs résultats. Elle est le plus souvent définie comme ayant au moins deux maladies chroniques mais à partir d'une liste de base dont le nombre, le périmètre et la finesse de définition varient. Trois revues des profils de morbidité (Fuhrman, 2014 ;

Prado-Torres et coll., 2014 ; Violan et coll., 2014) pointent l'extrême hétérogénéité des méthodes et des définitions employées pour qualifier la multimorbidité. La première constate que seulement 3 maladies étaient communes à 13 des 14 études (diabète ; hypertension artérielle et broncho-pneumopathie obstructive). Une autre portant sur les déterminants, la prévalence et les profils de multimorbidité dans 39 études montre que le nombre des situations de santé étudiées varie selon les études de 5 à 335 et la prévalence de la multimorbidité de 12,9 % à 95,1 %. Un autre point est l'absence de connaissance sur le statut sanitaire de la population de référence : Fortin (2010) montre que la morbidité est surestimée quand est considérée la population qui consulte dans les structures de 1^{re} ligne par rapport à la population générale. D'autres (Schafer et coll., 2010) soulignent les pièges méthodologiques et les biais qui peuvent entacher les analyses simplistes/naïves des études de morbidité.

Ce qui semble établi à ce jour au regard des publications et des deux revues systématiques de la littérature disponibles, est l'accroissement rapide de la multimorbidité avec l'âge (Ruel et coll., 2014). Dans une cohorte de 1 854 individus de 18 ans et plus suivis à partir de 2002, 70 % avaient, au début du suivi, une maladie chronique (l'hypercholestérolémie et l'HTA étant les plus fréquentes) parmi 6 entités nosologiques (asthme, maladies cardiovasculaires et accidents vasculaires cérébraux, BPCO, diabète, troubles de l'humeur, autres troubles mentaux) et 32 % (30-34) en avaient deux. Après un suivi moyen de 7,8 ans \pm 1,1 an, deux fois plus de personnes suivies dans la cohorte soit 64 % (62-66) avaient deux ou plus maladies chroniques. L'accroissement de la multimorbidité avec l'âge est retrouvé dans les études qui l'ont analysée (Violan et coll., 2014 ; Ruel et coll., 2014). Pour autant, la multimorbidité n'est pas limitée aux personnes les plus âgées, c'est une situation fréquente à des âges moins élevés.

La multimorbidité semble plus fréquente chez les femmes : une méta-analyse (Violan et coll., 2014) qui ne fournit cependant pas une estimation colligeant l'ensemble des études montre qu'à âge égal, 8 des 14 études présentent un *odds ratio* significativement différent de 1 dans le sens d'une plus grande morbidité des femmes. Pour les autres études, les résultats vont dans le sens d'une plus grande multimorbidité chez les femmes. Toutefois, en raison de leur faible effectif, la différence n'est pas significative et l'intervalle de confiance comprend le 1. Cette même méta-analyse montre des prévalences de multimorbidité plus importantes chez les personnes issues de classes sociales les plus défavorisées que les personnes issues de classes sociales plus élevées.

L'étude de Lynch et coll. (2015) sur une cohorte rétrospective sur 892 223 vétérans diabétiques nord-américains de 2002 à 2006 montre que

14 % d'entre eux n'avaient pas d'autres maladies que le diabète, 33 % avaient une comorbidité (parmi 16 maladies : cancer, MCV, AVC, insuffisance cardiaque, pathologies vasculaires périphériques, maladies du foie, maladies des poumons, troubles électrolytiques, anémie, hypothyroïdie), et 52 % en avaient deux. La probabilité d'avoir 3 comorbidités et plus est quatre fois supérieure chez les personnes âgées de 75 ans et plus.

Rocca et coll. (2014) indiquent que la prévalence de la multimorbidité s'accroît rapidement avec l'âge : 77,5 % dans la tranche d'âge des 65 ans et plus contre 22,6 % pour l'ensemble des 138 856 personnes. Mélis et coll. (2014) constatent chez 418 personnes âgées de plus de 75 ans sans aucune maladie chronique initiale ou avec une seule maladie chronique qu'après 3 ans de suivi, une multimorbidité s'était développée chez 33 % de celles qui n'avaient pas de maladie chronique à l'inclusion et chez 66 % de celles qui n'avaient qu'une maladie chronique au début du suivi.

Certaines études ciblent plus spécifiquement les associations des comorbidités en fonction d'une première pathologie donnée. Des articles portant sur les comorbidités du diabète, de l'obésité, de la bronchopathie chronique obstructive et des pathologies mentales ont été retrouvés : leurs résultats ont été mentionnés dans les paragraphes concernant la pathologie princeps lorsque cela a paru pertinent.

Des articles moins spécifiques analysent les clusters (paires, trios ou plus) de pathologies les plus souvent rencontrées. L'interprétation de ces clusters reste complexe même si de nombreuses pathologies partagent des facteurs de risque communs. Une revue systématique (Sinnige et coll., 2013) de la littérature a identifié les 20 paires et trios de maladies rencontrées au moins à trois reprises dans l'ensemble des 23 études analysées. La dépression est la pathologie la plus souvent associée à d'autres, en particulier avec l'hypertension, l'arthrose et les AVC. L'hypertension est (outre la dépression) plus fréquemment rencontrée avec les maladies coronariennes, l'arthrose, le cancer. Pour ce qui est du diabète, il est plus souvent associé avec l'hypertension, les maladies coronariennes et les AVC.

Éléments de l'expertise ANSES sur la révision des repères relatifs à l'activité physique de février 2016 qui inclut les résultats de l'expertise Inserm 2008 « Activité physique : contextes et effets sur la santé »

Pathologies chroniques

La pratique régulière d'activité physique contribue à la prévention des pathologies chroniques, améliore la capacité fonctionnelle et la condition physique, l'estime, la perception de soi et la confiance en ses capacités. Ces facteurs permettent une plus grande autonomie dans la vie quotidienne, favorisant le sentiment de bien-être, la qualité de vie et la participation sociale. Quelle que soit la sévérité des limitations fonctionnelles

d'activité, la pratique régulière d'une activité physique adaptée apporte des bénéfices sans augmenter le risque de détérioration des grandes fonctions ni d'aggravation de la déficience ou de la pathologie primaire. L'analyse de la littérature scientifique ainsi que les avis formulés par les grandes sociétés savantes médicales internationales permettent de conforter, avec un haut niveau de preuve, l'influence de la pratique régulière de l'activité physique sur la prévention de survenue de nombreuses maladies chroniques (diabète, maladies cardiaques et accidents vasculaires cérébraux), de certains cancers (cancers du côlon, du sein), pathologies dont l'impact est considérable dans les pays industrialisés et émergents. Pour la plupart de ces pathologies, on peut observer un effet dose de l'activité physique, alors que la sédentarité joue un rôle inverse, favorisant leur survenue. La pratique régulière d'activité physique, même de faible intensité, contribue par ailleurs à limiter les principales manifestations cliniques du stress psychologique que sont l'anxiété et la dépression, contribuant ainsi au maintien de la santé mentale et de la qualité de vie des individus. Enfin, la pratique de l'activité physique a des effets favorables sur les capacités fonctionnelles, la composition corporelle et la santé mentale notamment des personnes avançant en âge ou en situation de limitation fonctionnelle d'activité. L'ensemble de ces constats fait de l'adoption d'un comportement de vie active au quotidien, par la pratique de l'activité physique et la réduction du temps de sédentarité, un facteur de première importance pour réduire l'incidence de pathologies chroniques, de certains cancers et améliorer la qualité de vie. Solliciter au plus tôt ce comportement actif chez les personnes avançant en âge contribue de manière très efficace à maintenir l'autonomie et réduire les états de fragilité – condition fondamentale du « mieux vieillir ».

Conclusion

Le nombre des personnes âgées augmente très fortement avec l'accroissement de l'espérance de vie résultant de la diminution depuis plusieurs décennies de la mortalité par maladies chroniques³⁰. L'incidence des maladies chroniques augmente très fortement avec l'âge. Il en résulte une très forte hausse de prévalence de toutes les maladies chroniques et de la multimorbidité. L'incidence des maladies chroniques est plus importante chez les hommes que chez les femmes, mais l'écart se réduit. On observe chez elles une réduction moindre ou une augmentation plus forte des facteurs de risque tels que le tabac et l'obésité qui sont des déterminants des maladies chroniques et qui expliquerait le comblement de cet écart et surtout le regain de morbidité par maladies cardiovasculaires, AVC et d'incapacité observée chez elles entre 50 et 65 ans. Les années de vie gagnées au cours des dernières décennies étaient initialement des années en bonne santé, les années gagnées aujourd'hui sont davantage des années de vie gagnées en incapacité. La forte hausse des prévalences des maladies chroniques pèse lourd en termes d'incapacité, de dépendance, de qualité de vie pour les personnes qui en sont atteintes et de coûts pour la société. Dans ce contexte, les bénéfices multiples de l'activité physique chez les personnes atteintes de maladies chroniques doivent être pris en compte à tous les moments de leurs trajectoires de soins.

30. Le profil de la France, selon le *Global burden of disease 2013*. Institute for health metrics and evaluation.

RÉFÉRENCES

Agborsangaya CB, Ngwakongnwi E, Lahtinen M, *et al.* Multimorbidity prevalence in the general population: the role of obesity in chronic disease clustering. *BMC Public Health* 2013 ; 13 : 1161.

American Diabetes Association. Standards of medical care in diabetes. *Diabetes Care* 2014 ; 37 :14-80.

American Diabetes Association. Diabetes advocacy. Sec. 14. In Standards of medical care in diabetes 2015. *Diabetes Care* 2015 ; 38 (suppl 1) : S86-7.

ANSES. *Nutrition et cancer. Légitimité de recommandations nutritionnelles dans le cadre de la prévention des cancers.* Rapport d'expertise collective. Anses, 2011.

ANSES. *Actualisation des repères du PNNS – Révisions des repères relatifs à l'activité physique et à la sédentarité.* Avis de l'Anses. Rapport d'expertise collective, février 2016.

Béjot Y, Legris N, Daumas A, *et al.* Les accidents vasculaires cérébraux de la personne jeune : une pathologie émergente chez la femme comme chez l'homme. Apports du Registre dijonnais des AVC (1985-2011). *Bull Epidemiol Hebd* 2016 ; 7-8 : 118-25.

Binder-Foucard F, Bossard N, Delafosse P, *et al.* Cancer incidence and mortality in France over the 1980-2012 period: solid tumors. *Rev Epidemiol Sante Publique* 2014 ; 62 : 95-108.

Binder-Foucard F, Belot A, Delafosse P, *et al.* *Estimation nationale de l'incidence et de la mortalité par cancer en France entre 1980 et 2012. Partie 1 – Tumeurs solides.* Saint-Maurice (France) : Institut de veille sanitaire, 2013 : 122 p.

Bonaldi C, Vernay M, Roudier C, *et al.* A first national prevalence estimate of diagnosed and undiagnosed diabetes in France in 18- to 74-year-old individuals: the French nutrition and health Survey 2006/2007. *Diabet Med* 2011 ; 28 : 583-9.

Boyle T, Keegel T, Bull F, *et al.* Physical activity and risks of proximal and distal colon cancers: a systematic review and meta-analysis. *J Natl Cancer Inst* 2012 ; 104 : 1548-61.

Chan Chee C, Gourier-Fréry C, Guignard R, *et al.* État des lieux de la surveillance de la santé mentale en France. *Santé Publique HS* 2011 ; 23 : 11-29.

Charlemagne A, Blacher J, Cohen A, *et al.* Epidemiology of atrial fibrillation in France: extrapolation of international epidemiological data to France and analysis of French hospitalization data. *Arch Cardiovasc Dis* 2011 ; 104 : 115-24.

Couchoud C, Lassalle M. Incidence de l'insuffisance rénale chronique terminale traitée chez les personnes diabétiques traitées pharmacologiquement en France en 2013. *Bull Epidemiol Hebd* 2015 ; 34-35 : 632-7.

De Peretti C, Grimaud O, Tuppin P, *et al.* Prévalence des accidents vasculaires cérébraux et de leurs séquelles et impact sur les activités de la vie quotidienne : apports des enquêtes déclaratives Handicap-santé-ménages et Handicap-santé-institution, 2008-2009. *BEH* 2012 ; 1 : 1-6.

De Santos Machado, Valadares AL, Costa-Paiva LH, *et al.* Aging, obesity, and multimorbidity in women 50 years or older: a population-based study. *Menopause* 2013 ; 20 : 818-24.

Diouf I, Charles MA, Ducimetiere P, *et al.* Evolution of obesity prevalence in France: an age-period-cohort analysis. *Epidemiology* 2010 ; 21 : 360-5.

Drees. Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques – Santé publique France. *L'état de santé de la population en France – Rapport 2017*. Publié le 11-05-2017.

Drees. Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques – Santé publique France. *L'état de santé de la population en France – Rapport 2017. Fiche asthme*. Publié le 11-05-2017.

Drees. Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques – Santé publique France. *L'état de santé de la population en France – Rapport 2017. Fiche troubles psychotiques et schizophrénie*. Publié le 11-05-2017.

Engelmann J, Manuwald U, Rubach C, *et al.* Determinants of mortality in patients with type 2 diabetes: a review. *Rev Endocr Metab Disord* 2016 ; 17 : 129-37.

Feigin VL, Forouzanfar MH, Krishnamurthi R, *et al.* Global and regional burden of stroke during 1990-2010: findings from the Global burden of disease study 2010. *Lancet* 2014 ; 383 : 245-54.

Ferlay J, Soerjomataram I, Dikshit R, *et al.* Cancer incidence and mortality worldwide: sources, methods and major patterns in GLOBOCAN 2012. *Int J Cancer* 2015 ; 136 : E359-86.

Fosse-Edorh S, Fagot-Campagna A, Detournay B, *et al.* Impact of socioeconomic position on health and quality of care in adults with type 2 diabetes in France: the Entred 2007 study. *Diabet Med* 2015 ; 32 : 1438-44.

Fosse-Edorh S, Mandereau-Bruno L, Regnault N. Le poids des complications liées au diabète en France en 2013. Synthèse et perspectives. Numéro thématique. Journée mondiale du diabète 2015. Suivi du diabète et poids de ses complications sévères en France. *Bull Epidemiol Hebd* 2015 ; 34-35 : 619-25.

Fortin M, Hudon C, Haggerty J, *et al.* Prevalence estimates of multimorbidity: a comparative study of two sources. *BMC Health Serv Res* 2010 ; 10 : 111.

Fuhrman C. *Surveillance épidémiologique de la multimorbidité*. Revue bibliographique. Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire ; 2014 : 22 p. Disponible à partir de l'URL : <http://www.invs.sante.fr>

Fuhrman C, Delmas MC. Épidémiologie descriptive de la bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO) en France. *Rev Mal Respir* 2010 ; 27 : 160-8.

Gabet A, Danchin N, Olié V. Infarctus du myocarde chez la femme : évolutions des taux d'hospitalisation et de mortalité, France, 2002-2013. *Bull Epidemiol Hebd* 2016a ; 7-8 : 100-8.

Gabet A, Chatignoux E, Ducimetière P, *et al.* Differential trends in myocardial infarction mortality over 1975-2010 in France according to gender: An age-period-cohort analysis. *Int J Cardiol* 2016b ; 223 : 660-4.

Gabet A, Juilliere Y, Lamarche-Vadel A, *et al.* National trends in rate of patients hospitalized for heart failure and heart failure mortality in France, 2000-2012. *Eur J Heart Fail* 2015 ; 17 : 583-90.

Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, *et al.* American college of sports medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2011 ; 43 : 1334-59.

Geiss LS, Wang J, Cheng YJ, *et al.* Prevalence and incidence trends for diagnosed diabetes among adults aged 20 to 79 years, United States, 1980-2012. *JAMA* 2014 ; 312 : 1218-26.

Inserm. *Activité physique. Contextes et effets sur la santé.* Collection *Expertise collective.* Paris : Éditions Inserm, 2008 : 812 p.

Jaffiol C, Thomas F, Bean K, *et al.* Impact of socioeconomic status on diabetes and cardiovascular risk factors: results of a large French survey. *Diabetes Metab* 2013 ; 39 : 56-62.

Kearney PM, Whelton M, Reynolds K, *et al.* Global burden of hypertension: analysis of worldwide data. *Lancet* 2005 ; 365 : 217-23.

Kovess-Masfety V, Briffault X, Sapinho D. Prevalence, risk factors, and use of health care in depression: a survey in a large region of France between 1991 and 2005. *Can J Psychiatry* 2009 ; 54 : 701-9.

Lamprecht B, Soriano J, Studnicka M, *et al.* Determinants of underdiagnosis of COPD in national and international surveys. *Chest* 2015 ; 148 : 971-85.

Lecoffre C, Decool E, Olié V. Mortalité cardio-neuro-vasculaire et désavantage social en France en 2011. *Bull Epidemiol Hebd* 2016a ; 20-21 : 352-8.

Lecoffre C, Decool E, Olié V. Hospitalisations pour maladies cardio-neuro-vasculaires et désavantage social en France en 2013. *Bull Epidemiol Hebd* 2016b ; 20-21 : 359-66.

Lecoffre C, de Peretti C, Gabet A, *et al.* L'accident vasculaire cérébral en France : patients hospitalisés pour AVC en 2014 et évolutions 2008-2014. *Bull Epidemiol Hebd* 2017 ; 5 : 84-94.

Lynch CP, Gebregziabher M, Axon RN, *et al.* Geographic and racial/ethnic variations in patterns of multimorbidity burden in patients with type 2 diabetes. *J Gen Intern Med* 2015 ; 30 : 25-32.

Mandereau BL, Denis P, Fagot-Campagna A, *et al.* Prévalence du diabète traité pharmacologiquement et disparités territoriales en France en 2012. Numéro thématique. Journée mondiale du diabète, 14 novembre 2014. *Bull Epidemiol Hebd* 2014 ; 30-31 : 493-9.

McEwen L, Kim C, Karter A, *et al.* Risk factors for mortality among patients with diabetes. The translating research into action for diabetes (TRIAD) study. *Diabetes Care* 2007 ; 30 : 1736-41.

McGrath J, Saha S, Chant D, *et al.* Schizophrenia: a concise overview of incidence, prevalence, and mortality. *Epidemiol Rev* 2008 ; 30 : 67-76.

McGrath J, Saha S, Welham J, *et al.* A systematic review of the incidence of schizophrenia: the distribution of rates and the influence of sex, urbanicity, migrant status and methodology. *BMC Med* 2004 ; 2 : 13.

Melis R, Marengoni A, Angleman S, *et al.* Incidence and predictors of multimorbidity in the elderly: a population-based longitudinal study. *PLoS One* 2014 ; 9 : e103120.

Menke A, Casagrande S, Geiss L, *et al.* Prevalence of and trends in diabetes among adults in the United States, 1988-2012. *JAMA* 2015 ; 314 : 1021-9.

NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Trends in adult body-mass index in 200 countries from 1975 to 2014: a pooled analysis of 1698 population-based measurement studies with 19.2 million participants *Lancet* 2016 ; 387 : 1377-96.

OCDE. *Health at a glance: Europe 2014*. Paris : OCDE, 2014 : 140 p.

OMS. *Plan d'action pour la mise en œuvre de la Stratégie européenne contre les maladies non transmissibles (prévention et lutte) 2012-2016*. Geneva : OMS Europe, 2012 : 30 p.

OMS. *Global status report on noncommunicable diseases 2010*. Geneva : OMS, 2010 : 176 p.

OMS. *Global Status Report on noncommunicable diseases 2014: Attaining the nine global noncommunicable diseases targets; a shared responsibility*. Geneva : OMS, 2014 : 280 p.

Palazzo C, Ravaud JF, Papelard A, *et al.* The burden of musculoskeletal conditions. *PLoS One* 2014 ; 9 : e90633.

Palazzo C, Ravaud JF, Trinquart L, *et al.* Respective contribution of chronic conditions to disability in France: results from the national disability-health survey. *PLoS One* 2012 ; 7 : e44994.

Piffaretti C, Fagot-Campagna A, Rey G, *et al.* Déterminants de la mortalité des personnes diabétiques de type 2. Cohortes entred, 2002-2013. *BEH* 2016 ; 37-38 : 681-90.

Pigeyre M, Dauchet L, Simon C, *et al.* Effects of occupational and educational changes on obesity trends in France: the results of the MONICA-France survey 1986-2006. *Prev Med* 2011, 52 : 305-9.

Prados-Torres A, Calderon-Larranaga A, *et al.* Multimorbidity patterns: a systematic review. *J Clin Epidemiol* 2014 ; 67 : 254-66.

Quach A, Giovannelli J, Cherot-Kornobis N, *et al.* Prevalence and underdiagnosis of airway obstruction among middleaged adults in northern France: The ELISABET study 2011e2013. *RespMed* 2015 ; 109 : 1553-61.

Rocca WA, Boyd CM, Grossardt BR, *et al.* Prevalence of multimorbidity in a geographically defined American population: patterns by age, sex, and race/Ethnicity. *Mayo Clin Proc* 2014 ; 89 : 1336-49.

Roth GA, Huffman MD, Moran AE, *et al.* Global and regional patterns in cardiovascular mortality from 1990 to 2013. *Circulation* 2015 ; 132 : 1667-78.

- Ruel G, Levesque JF, Stocks N, *et al.* Understanding the evolution of multimorbidity: evidences from the North West Adelaide health longitudinal study (NWAHS). *PLoS One* 2014 ; 9 : e96291.
- Rycroft CE, Heyes A, Lanza L, *et al.* Epidemiology of chronic obstructive pulmonary disease: a literature review. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* 2012 ; 7 : 457-94.
- Saha S, Chant D, Welham J, *et al.* A systematic review of the prevalence of schizophrenia. *PLoS Med* 2005 ; 2 : e141.
- Schafer I, Von Leitner EC, *et al.* Multimorbidity patterns in the elderly: a new approach of disease clustering identifies complex interrelations between chronic conditions. *PLoS One* 2010 ; 5 : e15941.
- Slattery M, Potter J. Physical activity and colon cancer: confounding or interaction? *Med Sci Sports Exerc* 2002 ; 34 : 913-9.
- Sinnige J, Braspenning J, Schellevis F, *et al.* The prevalence of disease clusters in older adults with multiple chronic diseases – a systematic literature review. *PLoS One* 2013 ; 8 : e79641.
- Szoke A, Charpeaud T, Galliot AM, *et al.* Rural-urban variation in incidence of psychosis in France: a prospective epidemiologic study in two contrasted catchment areas. *BMC Psychiatry* 2014 ; 14 : 78.
- Vernay M, Salanave B, de Perettil C, *et al.* Metabolic syndrome and socioeconomic status in France: The French Nutrition and Health Survey (ENNS, 2006-2007). *Int J Public Health* 2013 ; 58 : 855-64.
- Violan C, Foguet-Boreu Q, Flores-Mateo G, *et al.* Prevalence, determinants and patterns of multimorbidity in primary care: a systematic review of observational studies. *PLoS One* 2014 ; 9 : e102149.
- Vos T et Global Burden Of Disease Study 2013 Collaborators. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 301 acute and chronic diseases and injuries in 188 countries, 1990-2013: a systematic analysis for the Global burden of disease study 2013. *Lancet* 2015 ; 386 : 743-800.
- Wagner A, Arveiler D, Ruidavets JB, *et al.* Gender- and age-specific trends in coronary heart disease mortality in France from 2000 to 2007: results from the MONICA registers. *Eur J Prev Cardiol* 2014 ; 21 : 117-22.
- Wolin K, Yan Y, Colditz G, *et al.* Physical activity and colon cancer prevention: a meta-analysis. *Br J Cancer* 2009 ; 100 : 611-6.
- World Cancer Research Fund and the American Institute for Cancer Research (WCRF & AICR). *Colorectal cancer 2011 report. Food, nutrition, physical activity, and the prevention of colorectal cancer.* WCRD & AICR, 2011 : 40 p.

2

Logiques et modalités d'intervention en activité physique auprès des malades chroniques : approches sociologiques

Intervenir sur la santé de personnes affaiblies par le biais de l'activité physique n'est pas une idée nouvelle en soi. Les pratiques médicales du monde grec antique sont connues pour leurs liens étroits avec les pratiques d'activité physique (Quéval, 2011). Selon Hippocrate, un équilibre très précis doit être trouvé « entre la force que l'on dépense et celle que l'on absorbe », tandis que l'idée d'excès est à bannir.

Cette représentation qui associe la santé à un exercice régulier et modéré sera reprise par le courant hygiéniste vers le milieu du XIX^e siècle pour combattre les méfaits de la tuberculose, de l'alcoolisme, de la malnutrition. Le manque d'exercice est alors associé au risque de « dégénérescence de la race » et au jugement moral (Defrance, 1998 ; Vigarello, 1999).

Il faudra attendre les années 1970 pour que la pratique sportive en compétition soit autorisée en France à de jeunes adultes vivant avec une maladie chronique (Terret et Perrin, 2007). La confrontation des sociétés occidentales avancées au développement massif de pathologies en partie liées au mode de vie s'accompagne d'un renouvellement du regard porté sur l'inactivité physique. À partir des années 1990, la remise en mouvement va progressivement devenir un objet de recommandation et d'éducation du patient chronique dans le cadre de pratiques professionnelles innovantes, progressivement promues par les politiques publiques (Perrin, 2008b, 2013, 2016).

La nécessité d'un autocontrôle³¹ de l'activité physique par les individus se construit alors dans une double tension entre d'une part la gestion des risques

31. Elias (2000) analyse conjointement le processus de civilisation et le processus d'individuation. Ce dernier se caractérise par l'intériorisation de contraintes externes par les sujets, donc

pour la santé individuelle et des coûts pour la société, et d'autre part la quête d'un bien-être tantôt pensé comme un droit pour tous et une responsabilité de chacun. « La lutte contre la sédentarité, construite socialement en nouvelle préoccupation sanitaire, s'érige en morale de l'exercice physique sous la pression de l'autorité médicale » (Génolini et Clément, 2010).

L'activité physique a aujourd'hui acquis une légitimité scientifique et institutionnelle dans la prise en charge des maladies chroniques, condition de possibilité de son intégration dans le parcours de soins. L'article 144 du 26 janvier 2016 de la nouvelle loi de modernisation de notre système de santé consacre cette reconnaissance par « la prescription, par le médecin traitant, de l'activité physique adaptée à la pathologie, aux capacités physiques et au risque médical du patient, dans le cadre du parcours de soins des patients atteints d'une affection de longue durée ».

Cette rapide analyse socio-historique permet d'esquisser quelques permanences et reconfigurations dans l'approche française de l'activité physique à des fins de santé. Inscrite dans une approche généralisée de modération de l'activité humaine, elle reste traversée par des tensions dynamiques entre le vital et le social (Pociello, 2004 ; Marcellini et coll., 2016). Les logiques et les modalités d'intervention en activité physique auprès des malades chroniques sont ancrées dans cette histoire en même temps qu'elles la renouvellent. Elles s'expriment à différents niveaux d'échelle que ce chapitre va distinguer : l'institution, les organisations et les groupes professionnels (Perrin, 2014). Par institution sont désignés des projets de société reconnus comme légitimes et déclinés sous la forme d'encadrements politiques et professionnels. Par organisation, ce sont les cadres et les collectifs formels et locaux d'exercice d'une activité qui sont appréhendés. Enfin les groupes professionnels renvoient aux cadres et aux collectifs transversaux de pairs exerçant la même activité professionnelle (Milly, 2012).

À l'heure actuelle, il existe un nombre limité de travaux sociologiques sur l'intégration de l'activité physique dans les parcours de soins, et sur la construction des logiques et modalités d'intervention en activité physique auprès des malades chroniques.

L'objectif de ce chapitre est d'en proposer une lecture synthétique en distinguant les trois niveaux de réalité et d'analyse (institutions, organisations et professions) qui fonctionnent dans les faits dans des « écologies liées » (Abbott, 1988 et 2003), c'est-à-dire dans des équilibres dynamiques trouvés à l'échelle sociétale (Milly, 2012). Quelles que soient les sources de leur

d'un autocontrôle individuel qui renforce la conscience de soi et permet, potentiellement, le développement d'une individualité, hors du groupe.

légitimité, les institutions en tant que projet pour la société et ses membres, deviennent aussi des missions et des mandats (Hughes, 1958) pour les structures et les professionnels chargés de les porter. Ainsi, on ne peut comprendre le travail des professionnels de l'intervention en activité physique sans s'intéresser aux politiques publiques, ni aux organisations qui encadrent les interventions auprès des malades chroniques.

Ce chapitre mettra successivement en lumière les analyses réalisées dans chacune de ces dimensions en restant attentif à leurs effets ou leurs liens avec les deux autres. Il débouchera dans une quatrième partie sur l'analyse des enjeux de l'intervention en activité physique en prévention tertiaire.

La montée en puissance des politiques publiques en faveur de l'activité physique pour les malades chroniques marquée par les rapprochements interministériels

La progression spectaculaire des maladies chroniques initialement qualifiée de « transition épidémiologique » (Omran, 1971), puis de « transition sanitaire » (Frenk et coll., 1991) a été très tôt soulignée par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) comme étant liée aux modes de vie des sociétés occidentales avancées. Dans son rapport intitulé « Des soins novateurs pour les maladies chroniques », l'OMS (2003) affirme la nécessité d'avoir une approche innovante. Un des huit objectifs pour une meilleure prise en charge des maladies chroniques est de « privilégier la prévention », reconnue comme une composante de toute activité de soins, en particulier par une augmentation de l'exercice physique. La prévention et l'éducation pour la santé constituent par ailleurs des dimensions importantes de la loi-cadre du 4 mars 2002 sur les droits des malades et la modernisation du système de santé.

Les maladies chroniques sont progressivement devenues un enjeu prioritaire des politiques de santé publique³² et des maladies telles que le diabète et l'asthme ont fait l'objet de plans de santé publique au début des années 2000 : sur les 100 objectifs de la loi de santé publique d'août 2004, 26 concernent les maladies chroniques ; le Haut conseil de la santé publique (HCSP) installé en mars 2007 y consacre une de ses commissions ; un plan national pour l'amélioration de la qualité de vie des personnes atteintes de maladies chroniques, rendu public en avril 2007, donne une large place à la dimension de l'éducation du patient ; la Haute Autorité de santé (HAS), l'Institut national de

32. La prévention et l'éducation pour la santé constituent par ailleurs des dimensions importantes de la loi-cadre du 4 mars 2002 sur les droits des malades et la modernisation du système de santé.

prévention et d'éducation pour la santé (Inpes) et des professionnels de santé ont rédigé un guide méthodologique visant à définir un cadre général de structuration d'un programme d'éducation thérapeutique du patient en 2007.

Parallèlement, en 2000, le Comité national olympique et sportif français (CNOSF) inaugure sa Fondation sport-santé dont le but était de promouvoir la protection de la santé du sportif, en particulier par la lutte contre le dopage. Tandis que l'Agence française de lutte contre le dopage (AFLD) est créée en 2006, le CNOSF publie le livre blanc pour le sport en affirmant « la contribution du mouvement sportif à la société » et en soulignant les bénéfices du sport en tant que facteur de santé publique³³. Le sport de « haut niveau » est alors présenté comme le responsable du dopage dans sa recherche effrénée de la plus haute performance, et parallèlement, « le sport pour tous est présenté comme un remède à la sédentarité menaçante pour la santé » (Leclercq, 2007, p. 104). Dans les deux cas, le sport s'inscrit dans une réponse à de nouvelles demandes, à de nouveaux besoins et les associations sportives doivent désormais s'ouvrir et multiplier leurs offres de services (compétition, loisir, santé). Comme l'explique Patrick Mignon (2007), ce positionnement fait suite aux travaux de l'Union Européenne initiés au milieu des années 1990 et au rapport du *Surgeon General* en 1996 aux États-Unis, qui investissent l'idée que l'activité physique est et doit devenir un plein facteur de santé publique.

La question étudiée est complexe, construite par des acteurs multi-situés qui ont des intérêts divers et investissent le champ pour des raisons variables. Peu de travaux se sont intéressés à ce jour à la construction de l'action publique en matière d'activité physique, à ses fondements et à ses relations avec la construction parallèle des connaissances. Pour cette raison, il semble difficile de l'analyser de façon plus approfondie, si ce n'est en relatant les faits et en constatant que tous les plans justifient leurs propos à partir de travaux issus des sciences dures. Les travaux de Merlaud et Terral (2013 et 2016) sur l'usage de l'activité physique comme thérapeutique contre l'obésité, indiquent que les expertises et les recommandations qui en découlent ne sont pas aussi consensuelles que ce qu'elles donnent à penser et que des tensions existent entre les acteurs qui n'ont pas toujours la même vision du monde et des corps. L'analyse des jeux de savoir et de pouvoir qui la traversent est alors essentielle.

33. La raison du plus sport... Livre blanc pour le sport. Voir en particulier le chapitre 5 « Acteur de la santé », pp. 125-138. Disponible à l'URL : http://franceolympique.com/files/File/publications/Livre_blanc_du_sport_francais/Livre_blanc_CNOSF_fr.pdf

Le travail préparatoire à un plan national de prévention par les activités physiques ou sportives : prolongement du PNNS et/ou institutionnalisation des innovations de terrain ?

Dans ce cadre émerge en France un programme nutritionnel intitulé Programme national nutrition santé (PNNS), qui fait de la lutte contre la sédentarité une cause nationale. Sa deuxième phase (PNNS 2, 2006-2010)³⁴, qui met l'accent sur la promotion de l'activité physique, est à l'origine de nouvelles dynamiques au niveau des régions qui se sont traduites par des actions issues de collaborations entre le réseau des comités d'éducation pour la santé et les directions de la Jeunesse et des Sports (Basson et coll., 2013). Ce plan s'appuie sur les chiffres de plusieurs institutions françaises et internationales qui mettent en exergue le problème de la sédentarité (Mignon, 2007). Comme le soulignent Honta et Haschar-Noé (2011), ce PNNS s'inscrit plus généralement « dans la lignée des biopolitiques de l'éducation pour la santé qui instaurent, dans le courant des années 1970, la prévention comme alternative au tout hospitalier et en font un outil de politique publique au service de la maîtrise des coûts (Berlivet, 2004) ». Ce plan a été considéré comme novateur, en privilégiant une approche positive de l'alimentation, mais également comme ambitieux tant le champ qu'il tente de couvrir est large : la nutrition est transversale à plusieurs dimensions et inclut un grand nombre d'acteurs issus de divers milieux qu'il s'agit de mobiliser. Il entend également prendre appui sur les autres plans en place, dans lesquels l'activité physique prend une place prépondérante. C'est par exemple le cas des plans promouvant le « bien-vieillir » dont l'activité physique est un des trois piliers. Légitimées par de nombreuses études scientifiques, « les activités physiques ou sportives (APS) apparaissent comme un moyen d'action pertinent pour les politiques publiques et trouvent un rôle grandissant dans les dispositifs de prévention du vieillissement » (Collinet et coll., 2014).

L'activité physique continue de s'institutionnaliser en 2008 en tant que facteur de santé publique avec la construction d'un Plan National de Prévention par les Activités Physiques ou Sportives (PNAPS)³⁵, porté par le Ministère de la Santé, de la Jeunesse, des Sports et de la Vie Associative (SJSVA). La Commission Prévention, Sport et Santé s'est réunie d'avril à septembre 2008 pour la rédaction d'un rapport préparatoire à ce plan, sous la présidence de Jean-François Toussaint. Elle s'appuie sur des travaux de référence qui font alors état des bénéfices de la pratique d'une activité physique pour les

34. Le PNNS1 (2001-2005) s'était centré sur les habitudes alimentaires et a débouché sur la campagne « La santé vient en mangeant et en bougeant » promue par l'INPES en 2004.

35. Retrouver sa liberté de mouvement. Disponible à l'URL : http://social-sante.gouv.fr/IMG/pdf/Rapport_Retrouver_sa_liberte_de_mouvement.pdf

personnes atteintes de maladie chronique (WCRF/AICR, 2007 ; Inserm, 2008). Le PNAPS constate notamment que l'activité recommandée en France reste « relativement limitée et n'est pas développée pour elle-même, contrairement à ce qui est fait dans d'autres pays » (p. 101). Mettant en avant des travaux scientifiques nord-américains et s'inspirant notamment du plan Kino-Québec de 2002, il propose d'ajouter une nouvelle recommandation sur la « nécessaire diversification des activités physiques et sur l'importance d'activer les différentes composantes de la condition physique » (p. 100), tout en veillant à ce que ces activités demeurent adaptées et accessibles selon les différents profils.

Ce long plan, fort de nombreuses recommandations et d'une large expertise sur la place de l'activité physique dans la vie sociale a été remis à Madame la Ministre, Roselyne Bachelot à l'époque. Il ne sera cependant jamais mis en place ni suivi de mesures effectives, sans que nous soyons pour l'instant en mesure de l'expliquer étant donné qu'aucun travail scientifique n'a analysé le PNAPS. Notons cependant qu'il a fait émerger une dynamique d'acteurs issus de différents milieux qui considèrent, encore aujourd'hui, ce texte comme une référence. À la suite du PNAPS, l'activité physique devient un axe à part entière³⁶ du troisième PNNS (2011-2015), mettant définitivement en exergue le processus d'inclusion de l'activité physique dans les politiques publiques de santé en prévention primaire : il s'agit de favoriser les « bonnes » pratiques pour éviter l'apparition de pathologies.

Cette légitimation progressive a permis que les activités physiques et sportives apparaissent dans le rapport d'orientation de la HAS d'avril 2011, parmi les prescriptions de thérapeutiques non médicamenteuses en tant que « règles hygiéno-diététiques » (HAS, 2011). Il est précisé dans le rapport que ces prescriptions nécessitent « une participation active du patient en interaction ou non avec un professionnel spécialisé ». Ce rapport d'orientation constituera un élément décisif dans le positionnement des politiques publiques en faveur de l'activité physique en prévention tertiaire.

Le plan « Sport Santé Bien-Être » et les disparités territoriales

Une communication en conseil des ministres du 10 octobre 2012 annonce la mise en place d'un Plan national sport santé bien-être, « promouvant les activités physiques et sportives pour tous et à tous les âges de la vie », avec pour ambition « d'accroître le recours aux thérapeutiques non médicamenteuses et de développer la recommandation des activités physiques et

sportives par les médecins et les autres professionnels de santé »³⁷. Cette communication, proposée conjointement par le ministère des sports et par le ministère de la santé, anticipe la mise en place effective de ce plan, lancée par la circulaire interministérielle du 24 décembre 2012. Partant du principe que « la contribution des activités physiques et sportives à l'amélioration de la santé des populations n'est plus à démontrer »³⁸, cette circulaire impose aux agences régionales de santé (ARS) et aux directions régionales de la jeunesse, des sports, et de la cohésion sociale (DRJSCS) de créer et de copiloter avec les acteurs du territoire un plan régional. Selon Honta (2016), le constat des deux ministères aurait été que, malgré les différents plans nationaux prenant en compte l'activité physique en tant qu'outil de promotion (PNNS, Plan Obésité, Plan Bien-Vieillir...), une grande partie de la population n'accédait pas réellement et durablement à la pratique. L'état de santé, le handicap, l'âge, le niveau socioéconomique et le lieu d'habitation seraient autant de facteurs déterminants dans l'accès à l'activité physique, qu'il s'agissait de prendre en compte pour atténuer les inégalités. Le Plan sport santé bien-être vise à ce titre les publics les plus vulnérables, définis comme ayant des « besoins particuliers » : personnes avançant en âge, précaires, handicapées ou porteuses de maladies chroniques. Il constitue la première politique publique centrée exclusivement autour de la mise en mouvement des individus et entend instaurer les conditions favorables d'une population physiquement active. Comme l'analysent Collinet et Delalandre (2015) dans le cadre des politiques de prévention du vieillissement, il s'agit pour la collectivité de créer des « environnements supportifs pour les individus » (p. 3) qui doivent eux-mêmes se responsabiliser et acquérir des aptitudes afin de garantir leur propre santé. Selon ces auteurs, la santé et le bien-être relèveraient dans ce cadre de la responsabilité individuelle autant que des facteurs extérieurs. Il s'agit de favoriser l'émergence et le soutien financier d'actions favorables à l'activité physique pour ces publics, par le biais des comités de pilotages régionaux qui choisissent les modalités de fonctionnement sur leur territoire. Cette tendance à l'individualisation des pratiques de santé est également mise en avant par Bergeron et Castel (2014) qui affirment que, « de variables dépendantes, les conduites des individus se seraient muées en variables indépendantes sur lesquelles il convient d'agir » (p. 279). C'est ce qui explique selon Armstrong (2009, p. 910) que « le

37. Communication en conseil des ministres du 10 octobre 2012. Disponible à l'URL : <http://archives.gouvernement.fr/ayrault/gouvernement/la-pratique-des-activites-physiques-et-sportives-facteur-de-sante-publique.html>

38. Instruction n° DS/DSB2/SG/DGS/DS/DGCS/2012/434 du 24 décembre 2012 relative à la mise en œuvre opérationnelle des mesures visant à promouvoir et développer la pratique des activités physiques et sportives comme facteur de santé publique, annoncées en conseil des ministres du 10 octobre 2012. Disponible à l'URL : http://circulaire.legifrance.gouv.fr/pdf/2013/01/cir_36363.pdf

changement comportemental est devenu le Graal de la médecine, en ce que les chercheurs explorent toutes les techniques et technologies qui vont permettre de transformer les comportements, d'éviter les maladies et de repousser la mort ».

Par ailleurs, on remarque que peu de travaux publiés jusqu'ici ont étudié la mise en place du Plan sport santé bien-être. Honta (2016) indique cependant qu'il « s'inscrit dans un processus d'institutionnalisation du positionnement de l'État comme chef de file dans ce secteur, et vise autant la maîtrise des coûts (social et financier) des maladies chroniques restant considérables pour la collectivité, que la mise en cohérence du système » (p. 2). Cela serait devenu nécessaire dans un contexte où les acteurs qui investissent et mettent en œuvre les politiques de santé publique se démultiplient. Ainsi il a été demandé aux institutions décentralisées, plus proches du terrain et des actions locales, d'organiser la mise en place effective du Plan sport santé bien-être. Les recherches en sciences sociales qui analysent les politiques de santé insistent sur l'importance de sa gouvernance régionale, qui serait considérée en France comme le niveau le plus pertinent d'application des plans nationaux (Jabot et Demeulemeester, 2005). Basson et coll. (2013) expliquent à ce titre que « si le processus de décentralisation initié en 1982 confie des compétences sanitaires limitées aux différentes collectivités territoriales que sont les communes, les départements (*via* les conseils généraux) et singulièrement les régions (*via* les conseils régionaux), le cadre régional n'en est pas moins progressivement devenu le lieu de la reconfiguration des rapports entre acteurs institutionnels nationaux et acteurs non étatiques mobilisés localement ». Les travaux insistent également sur l'importance de l'échelon local et des politiques de la ville, ces dernières étant invitées à se mobiliser pour favoriser l'adoption d'un mode de vie actif en leur sein (Honta et coll., 2015 ; Collinet et Schut, 2016). La coordination des plans est cependant le plus souvent confiée aux institutions régionales, et les disparités entre les territoires peuvent être conséquentes. Ainsi l'article de Honta et Haschar-Noé (2011) mettait déjà en exergue les difficultés de mise en place du Programme national nutrition santé, les projets étant conditionnés par les traductions locales des plans nationaux et par les ressources financières, humaines et matérielles associées.

Le Plan sport santé bien-être fonctionnant sur le même modèle, des inégalités territoriales similaires ont été observées. Cela est d'autant plus vrai que les ARS et les DRJSCS ont eu pour responsabilité la rédaction de leur plan régional, alors que les PNNS avaient été rédigés à l'échelon national. D'une région à l'autre, les moyens déployés, la répartition des ressources, le public visé et l'organisation spatio-temporelle ont donc été pensés différemment (Honta,

2016). Par ailleurs, la réforme territoriale française adoptée en 2015 a posé la question de l'uniformisation des plans en cours. Les ARS et DRJSCS de chacune des régions d'origine ayant fusionné, certaines équipes ont été modifiées et il a fallu trouver des solutions alors même que les processus engagés étaient parfois éloignés, avec des modes de financements différents et une temporalité hétérogène. C'est ce qui conduit selon Honta (2016) à un arrangement important avec les règles sur chaque territoire. Cela est également dû à la démarche interministérielle dans laquelle s'inscrit le Plan et au fait que deux institutions, émanant de deux champs jusqu'alors peu associés, doivent coordonner ensemble une action territoriale tandis que leurs services sont souvent cloisonnés avec des processus pensés en interne (Honta, 2016). Selon les lieux, la chercheuse note de très grandes disparités dans la façon de répartir les tâches et de piloter les projets, notamment parce que les agents ont des intérêts divergents dans la mise en œuvre des politiques publiques : les différents services n'ont pas les mêmes moyens ni les mêmes missions et n'évoluent pas avec les mêmes conditions de travail, ce qui peut ralentir les coopérations.

Cela étant, comme le Programme national nutrition santé, le Plan sport santé bien-être a été structuré sur la base d'un partenariat interministériel, qui a ensuite servi de support à la construction du cadre de mise en œuvre de l'article 144 de la loi de santé qui va être présenté dans la partie suivante. Les différentes politiques publiques présentées ici ne sont pas pour autant harmonisées, comme le précise le travail de Prévot-Ledrich et coll. (2016). Les auteurs montrent en effet qu'il n'existe pas de politique publique globale de promotion de l'activité physique à visée de santé en France, mais que les politiques sont impulsées par les Ministères en charge de la Santé, des Sports et/ou du Développement Durable, et relayées par plusieurs autres ministères. Ils en concluent que, si des stratégies multiples sont utilisées pour promouvoir l'activité physique, celles-ci ne couvrent cependant pas l'ensemble des secteurs.

Construction de la prescription d'activité physique dans la loi de modernisation de notre système de santé

Aucun travail scientifique n'a étudié jusqu'à présent la dernière loi de santé, en particulier dans son rapport à l'activité physique. Cette partie a donc uniquement pour vocation de relater les faits à partir de documents disponibles librement, afin de mieux comprendre le contexte actuel. Certains travaux en cours, notamment des thèses³⁹, traitent de ce sujet important et devraient paraître dans les prochaines années.

39. de Clément Perrier aux laboratoires Pacte, Sciences Po Grenoble et L-ViS, Université Lyon 1 et de Brice Favier-Ambrosini au laboratoire ACP, Université Paris Est Marne la Vallée.

En janvier 2015, la Direction générale de la santé met en place un groupe de travail présidé par le Professeur Xavier Bigard, président de la Société française de médecine de l'exercice et du sport (SFMES) et expert auprès de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses). Ce groupe, intitulé « Activité physique et prise en charge des personnes atteintes de maladies chroniques : quelles compétences pour quels patients ? Quelles formations ? », a pour objectif d'élaborer un référentiel de compétences exigibles pour les professionnels de l'activité physique afin qu'ils puissent « prendre en charge des porteurs de maladies chroniques dans les meilleures conditions possibles de sécurité »⁴⁰. Il s'agit également de définir les formations professionnelles qui peuvent délivrer ces compétences identifiées ou d'autres compétences complémentaires. Afin de poursuivre ce but, des représentants des administrations centrales, de sociétés savantes médicales, des professionnels de l'activité physique (qu'elle soit adaptée ou non) ainsi que des représentants d'associations de patients et de l'Institut national du cancer se sont réunis pendant un an.

La constitution du groupe de travail précède de quelques mois la proposition de l'amendement 917 dans la loi de modernisation de notre système de santé. Le texte est finalement adopté le 27 novembre 2015 à l'unanimité avec l'amendement 144 de l'article L. 1172-1, promulgué dans la loi de modernisation du système de santé du 26 janvier 2016. Il stipule que « dans le cadre du parcours de soins des patients atteints d'une affection de longue durée (ALD), le médecin traitant peut prescrire une activité physique adaptée à la pathologie, aux capacités physiques et au risque médical du patient. Les activités physiques adaptées sont dispensées dans des conditions prévues par décret »⁴¹.

Un groupe de travail présidé par le Professeur Benoît Vallet, directeur de la Direction générale de la santé (DGS), a ensuite été constitué afin de rédiger le décret d'application, qui précise les modalités de mise en place de l'amendement⁴². Il fait suite à la remise du rapport du « Groupe Bigard » évoqué précédemment, au directeur de la DGS le 20 juin 2016⁴³. Ce rapport inclut en particulier un tableau des phénotypes fonctionnels, permettant de définir un niveau de limitation pour l'ensemble des fonctions locomotrices,

40. Rapport du Groupe de travail sous la direction du Professeur Xavier Bigard à la DGS, p. 2. Disponible à l'URL : http://social-sante.gouv.fr/IMG/pdf/rapport_activite_physique_maladies_chroniques.pdf

41. Loi de modernisation de notre système de santé. Disponible à l'URL : <https://www.legifrance.gouv.fr/eli/loi/2016/1/26/2016-41/jo/texte>

42. Aucune archive sur ce groupe de travail n'est pour l'instant ouverte, nous ne pouvons donc évoquer ici que sa constitution.

43. Rapport du groupe de travail sous la direction du Professeur Xavier Bigard. Disponible à l'URL : http://social-sante.gouv.fr/IMG/pdf/rapport_activite_physique_maladies_chroniques.pdf

cérébrales et sensorielles et un tableau qui, pour chaque niveau de limitation, indique les compétences requises pour intervenir auprès des patients présentant ces limitations.

Le décret n° 2016-1990 « relatif aux conditions de dispensation de l'activité physique adaptée prescrite par le médecin traitant à des patients atteints d'une affection de longue durée », après plusieurs retards, sera finalement adopté le 30 décembre 2016 et publié au Journal officiel le lendemain⁴⁴, puis entrera en vigueur le 1^{er} mars 2017.

Le décret prévoit qu'il revient au médecin traitant de qualifier les limitations fonctionnelles du patient en vue d'établir la prescription d'activité physique vers trois catégories de professionnels :

- les professionnels de santé (masseurs-kinésithérapeutes, ergothérapeutes, psychomotriciens) ;
- les professionnels de l'APA, titulaires d'un diplôme universitaire dans le domaine de l'Activité physique adaptée (selon les règles fixées à l'article L. 613-1 du Code de l'éducation) ;
- les professionnels du sport (éducateurs sportifs titulaires d'un Brevet professionnel ou d'un Certificat de qualification professionnelle (CQP), moniteurs formés par les fédérations et figurant dans un arrêté qui devra être publié).

Ce décret précise la liste des « limitations classées comme sévères pour les patients porteurs d'affections de longue durée au regard des altérations fonctionnelles, sensorielles, cérébrales et du niveau de douleur ressentie »⁴⁵ et indique que pour ces limitations sévères, seuls les professionnels de santé mentionnés aux articles L. 4321-1, L. 4331-1 et L. 4332-1 peuvent intervenir : masseurs-kinésithérapeutes, psychomotriciens et ergothérapeutes. Dès qu'une évolution de la limitation est constatée par le médecin traitant, les enseignants en APA peuvent intervenir.

Le décret a été suivi par une instruction aux ARS et aux DRJSCS pour faciliter la mise en œuvre et l'accessibilité du dispositif dans les territoires, validée le 3 mars 2017⁴⁶. Cette instruction a été également préparée par un

44. Décret n° 2016-1990. Disponible à l'URL : <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000033748987&categorieLien=id>

45. *Ibid.*

46. Instruction interministérielle n° DGS/EA3/DGESIP/DS/SG/2017/81 du 3 mars 2017 relative à la mise en œuvre des articles L. 1172-1 et D. 1172-1 à D. 1172-5 du Code de la santé publique et portant guide sur les conditions de dispensation de l'activité physique adaptée prescrite par le médecin traitant à des patients atteints d'une affection de longue durée. Disponible à l'URL : http://circulaire.legifrance.gouv.fr/pdf/2017/04/cir_42071.pdf

groupe de travail à la DGS sous la présidence du Professeur Vallet⁴⁷. Elle est accompagnée d'un guide visant à donner aux services de l'État et aux structures et professionnels de santé, médico-sociaux et du sport, impliqués dans la mise en œuvre du dispositif « des outils pour : faciliter la prescription de cette activité par le médecin traitant ; recenser les offres locales d'activités physiques et sportives et d'interventions en activité physique adaptée à la pathologie, et construire le cas échéant des systèmes intégrés de nature à formaliser cette offre ; contribuer à mobiliser des financements pour favoriser l'existence et le développement de cette offre, et la faire connaître des médecins traitants et des patients. » Étudier la mise en œuvre de ces préconisations institutionnelles permettrait de compléter la littérature existante présentée dans cette première partie.

En résumé, le dispositif de prescription d'activité physique aux patients en ALD désormais inscrit dans la loi et complété par un décret et une instruction qui précisent ses conditions de mise en place fait donc suite à un processus plus long d'intégration de l'activité physique dans les politiques de santé et de rapprochement interministériel qui avait commencé avec le PNNS, les plans spécifiques puis le PNAPS. Afin de comprendre plus en détails ces politiques publiques, la seconde partie analyse les dispositifs et les acteurs qui sont au cœur du champ étudié.

Dispositifs d'intervention en activité physique et engagement des malades chroniques : les organisations en balance

Les organisations qui développent une intervention en activité physique pour des personnes vivant avec une maladie chronique sont aujourd'hui multiples. Elles relèvent de l'hospitalisation publique et privée, des réseaux de santé, des communautés professionnelles regroupant des professionnels libéraux (les maisons pluridisciplinaires de santé par exemple), mais également du secteur associatif et du secteur commercial non médical.

Cette partie étudiera les modèles fondateurs construits dans les secteurs de la cardiologie et de la diabétologie. Ces spécialités se distinguent en effet dans la littérature sociologique par leur rôle précurseur et différencié dans l'intégration de l'activité physique dans le monde médical. Alors même qu'ils relèvent de paradigmes bien distincts, ils vont finalement inspirer les nouvelles dynamiques autour du développement des thérapeutiques non

47. Notons qu'aucun document présentant la constitution officielle de ce groupe n'est disponible publiquement.

médicamenteuses et de la lutte contre la sédentarité et l'inactivité qui mobilisent aujourd'hui les organisations sanitaires et sociales.

Cette partie présente également des analyses de dispositifs innovants qui marquent le début du XXI^e siècle.

L'émergence de l'activité physique en prévention tertiaire de la maladie chronique : l'influence des spécialités médicales

Les dispositifs précurseurs de la cardiologie : la persistance du modèle du réentraînement

La cardiologie a joué un rôle majeur dans la légitimation de l'activité physique comme moyen de prévention et de réadaptation. Cette spécialité a participé activement à l'« invention » des facteurs de risque (Keating et Cambrosio, 2014) qui doit beaucoup à l'étude dite Framingham⁴⁸, grande enquête de cohorte menée par les *National Institutes of Health* et l'*American Heart Association* visant à découvrir les déterminants de l'hypertension et de l'hypercholestérolémie. L'enjeu était de permettre un pronostic avant que l'événement brutal de l'infarctus du myocarde ne survienne (Greene, 2007). L'évaluation du risque individuel concernait initialement la survenue d'événement coronarien⁴⁹ à 10 ans pour mettre en place une action préventive. La sédentarité et un taux d'activité physique insuffisant, progressivement construits comme des facteurs de risque d'insuffisance coronarienne, feront alors l'objet d'études scientifiques et d'intervention auprès des publics à risque. Favier-Ambrosini (2016) observe un point d'inflexion au milieu des années 1960. Il analyse le rôle des médecins cardiologues dans le dé-confinement de l'activité physique de l'arène scientifique pour la porter sur le devant de la scène publique en tant qu'indication pour la prévention des maladies cardiovasculaires. Il souligne également le rôle politique joué par la Fédération française de cardiologie (FFC) fondée en 1964, qui initie des campagnes de prévention primaire comme la semaine du cœur (1974) ou les parcours du cœur (1976), mais surtout qui associe à ses démarches le secrétariat d'État à la santé, le ministère du temps libre, chargé de la jeunesse et des sports ainsi que le Comité français d'éducation pour la santé pour produire la brochure « Sport-cœur-santé » et lancer la campagne « Bouge ton cœur » en 1985.

48. L'enquête de Framingham (Massachusetts, États-Unis) fut mise en place entre 1947 et 1949 à partir d'une population géographique « dite normale » constituée par un tiers des habitants âgés de 30 à 60 ans de la ville de Framingham. Elle a été conduite sur trois générations (1948-2002).

49. Les scores de risque actuellement définis au niveau européen concernent la survenue d'accident cardiovasculaire mortel.

Par sa proximité de première heure avec l'épidémiologie, la cardiologie a été l'une des premières spécialités à contribuer au développement des politiques de santé préventive à vocation populationnelle et à légitimer la promotion de l'activité physique dans le cadre de la promotion de la santé. Les interventions en activité physique privilégient le modèle de l'exercice qui vise précisément le (re)développement des capacités à l'effort du patient (Perrin, 2013).

Les dispositifs réformateurs des réseaux diabète : l'introduction du modèle éducatif

L'intégration d'une intervention éducative en activité physique adaptée à des fins de transformation des habitudes de vie des malades chroniques a émergé dans le secteur médical de la diabétologie vers la fin des années 1990, en même temps que se développait l'éducation thérapeutique en France. Les travaux de Terret et Perrin (2007) soulignent que le regard médical porté sur la pratique sportive des diabétiques était initialement guidé par un principe de précaution, la pratique compétitive, jugée dangereuse pour les diabétiques, étant interdite en France dans les années 1960 alors même qu'elle était possible dans d'autres pays. Comme toute la génération de *baby-boomers*, les jeunes diabétiques touchés par la vogue du sport, en revendiquent la pratique, ce qu'ils obtiendront grâce au soutien de l'AJD vers la fin des années 1970. C'est en tant que « règle hygiéno-diététique », que l'activité physique intègre le triptyque de la prise en charge du diabète de type 2, au même titre que l'équilibre alimentaire et les antidiabétiques oraux (Perrin, 2008 et 2013). Elle devient alors simultanément un objet d'éducation thérapeutique et un objet d'intervention spécifique par l'intermédiaire de l'introduction de professionnels spécifiquement formés à l'activité physique adaptée (Perrin, 2009). Les recommandations de l'HAS de 2006⁵⁰ pour la prise en charge du diabète de type 2 soulignent la nécessité d'apporter une éducation au patient dès le diagnostic du diabète, ce dans une approche pluridisciplinaire qui intègre le professionnel en activité physique.

L'analyse développée par Perrin dans sa note de synthèse pour l'Habilitation à diriger des recherches (2008) souligne le rôle des organisations dans cette innovation. Les réseaux de santé ont en effet été étudiés en tant « qu'outil de réforme du système de santé, défini et encadré par une réglementation » (Robelet et coll., 2005). En rupture avec un fonctionnement institutionnel

50. Recommandation de Bonne Pratique (Actualisation). Traitement médicamenteux du diabète de type 2, HAS – AFSSAPS, Novembre 2006, p. 13 « L'éducation thérapeutique est un volet fondamental de la prise en charge de tout patient diabétique. Il est recommandé de proposer au patient une éducation thérapeutique en groupe (de préférence) ou individuelle par des médecins et des paramédicaux (diététicienne, infirmière, éducateur médico-sportif, psychologue) ».

hiérarchique et cloisonnant, ils ont permis la mise en place d'un mode de travail transversal visant la mobilisation et la coordination de l'ensemble des acteurs potentiels pour produire des soins de long terme sur le lieu de vie du patient. Cette nouvelle relation de service de santé, « *plus à l'écoute de la demande du patient dans sa singularité* » (Robelet et coll., 2005) a pris appui sur la dynamique de développement de l'éducation thérapeutique du patient. L'organisation en réseau est l'une des toutes premières à avoir eu pour ambition de réformer l'approche traditionnelle centrée sur la pathologie (modèle biomédical) au détriment des dimensions psychologiques et surtout sociales. Plus fondamentalement encore, en cherchant à développer l'autonomie du patient et la figure du « malade acteur de ses propres soins », les réseaux affichent une double rupture par rapport à la conception traditionnelle de l'exercice de la médecine : dans la relation médecin-malade et la relation malade-maladie (Dodier, 2003).

Les premiers réseaux diabète initiés dans le cadre du dispositif expérimental de l'ASAVED (Association structure d'aide à la vie et à l'éducation du diabétique) étaient pilotés par trois diabétologues précurseurs⁵¹ investis dans les dynamiques de formation à l'éducation thérapeutique. Si, dès les années 1980, les publications scientifiques internationales (Koivisto et coll., 1986 ; Heath et coll., 1987 ; Manson et coll., 1991 ; Paffenbarger et coll., 1993) étaient unanimes pour reconnaître les effets bénéfiques d'une activité physique régulière des personnes atteintes d'un diabète de type 2, que ce soit en termes de prévention primaire, secondaire et même tertiaire, ces diabétologues ne se sont pas limités aux bénéfices organiques.

Les expériences des stages Sport et diabète avec des patients atteints de diabète de type 1 leur avaient permis de toucher du doigt l'éventail des ressources éducatives que recelait la pratique d'une activité physique adaptée (autogestion de sa glycémie dans différents types d'effort, relation à l'autre, reconnaissance des sensations et émotions, adaptation aux conditions météorologiques...). Les diabétologues à l'initiative de ces stages considèrent en effet « la pratique sportive partagée comme un prototype écologique condensant l'ensemble des situations-problèmes pouvant être rencontrées par les diabétiques dans le cours de leur vie » (Perrin, 2008b). C'est ainsi que l'APA a été introduite en tant qu'objet d'éducation pour apprendre à connaître sa maladie, développer son autonomie, s'émanciper et vivre « en santé » (Perrin, 2008a et 2013).

51. Les docteurs Etienne Mollet (Dôle), Régis Bresson (Douai) et Vincent Colliche (Boulogne sur mer).

Pour autant, les actions concernant l'activité physique mises en place dans les réseaux diabète se développent selon des modèles diversifiés.

Dispositifs et modèles d'intervention en activité physique dans les réseaux diabète : modèle spontanéiste versus modèle interventionniste

Une étude par questionnaire, financée par l'Inpes, a été réalisée auprès des 66 réseaux diabète en activité en 2006 (Perrin et coll., 2008). Elle a permis de détailler l'offre de services concernant l'activité physique. Bien qu'apparaissant moins prioritaire que le suivi rigoureux de la prise en charge médicamenteuse et de l'équilibre alimentaire, constat est alors fait que l'activité physique fait l'objet d'une nouvelle dynamique professionnelle. Des séances pratiques d'activités physiques adaptées sont en effet proposées aux patients dans la moitié des réseaux. Deux perspectives se dessinent en lien avec les manières d'intervenir, la première vise une éducation à l'activité physique, la seconde, plus large, une éducation du patient *via* l'activité physique.

Une étude qualitative des conceptions des coordonnateurs de réseaux fait émerger que, s'ils sont convaincus de la pertinence de l'éducation du patient à l'activité physique, le langage commun masque des clivages conceptuels relatifs à l'autonomisation des patients (Perrin, 2013). Trois modèles d'éducation thérapeutique à l'activité physique peuvent ainsi être distingués :

- le modèle de la prescription de l'activité physique qui place le médecin au centre tandis que les paramédicaux et les intervenants en APA se consacrent à des activités d'information, d'explication et de motivation du patient, l'enjeu essentiel étant celui de l'observance de la prescription ;
- le modèle de l'incitation par une expérience courte, voire ponctuelle. La séance pratique est une occasion pour le patient d'expérimenter les effets de l'activité physique sur sa glycémie par un autocontrôle avant et après, et ainsi de constater la pertinence pour lui-même de la prescription médicale. Si les objectifs sont avant tout de rassurer le patient sur ses capacités et de l'informer, ils sont également de l'engager dans une pratique selon la technique du « pied dans la porte ». Il est espéré que l'acceptation de cette expérience ponctuelle va favoriser l'engagement dans une pratique régulière autonome ;
- le modèle de l'éducation *via* l'expérience prolongée de situations d'enseignement. Ce modèle considère que les patients ont besoin d'être accompagnés/encadrés pour s'autonomiser par rapport à l'activité physique et qu'ils ont des besoins spécifiques qui nécessitent une adaptation de la pratique. Il s'appuie sur le double constat que la maladie fragilise les personnes, ce qui peut nécessiter un accompagnement pour restaurer leur degré antérieur d'autonomie, et que les inégalités touchent aussi le rapport au corps et aux

activités physiques, chacun n'ayant pas une liberté identique face à ce type de pratique.

Les deux premiers modèles relèvent d'une conception spontanéiste de l'autonomie : le patient est considéré comme un individu spontanément autodéterminé et indépendant, capable de s'engager, sur recommandation médicale, dans un processus de transformation durable de soi (Perrin, 2008a et 2013). Le troisième modèle relève d'une conception interventionniste qui conçoit que, dans certains cas, l'autonomie en activité physique est à construire ou reconstruire dans le cadre d'une intervention éducative. L'intervention d'un professionnel de l'intervention en APA vise à combler un déficit de ressource autant qu'à développer de nouveaux possibles dont la personne peut se saisir dans son projet de vie (Perrin, 2008a et 2013).

Le développement des dispositifs d'intervention en activité physique en prévention tertiaire

De l'innovation dans les réseaux diabète à la diffusion dans les réseaux de santé

La diffusion des dispositifs innovants d'intervention en APA en lien avec l'éducation thérapeutique a été portée par le dispositif de coordination des réseaux diabète : l'Ancred (Association nationale de coordination des réseaux diabète). C'est dans une optique d'ouverture multithématique⁵² que l'Ancred devient ensuite promotrice du programme « Activité physique adaptée pour les patients sédentaires porteurs de maladie chronique » en 2009. L'objectif général de ce programme élaboré de manière collégiale avec l'ensemble des acteurs dans le cadre du séminaire de Lyon en juin 2010, était de « favoriser la prise en charge éducative des personnes sédentaires atteintes d'une maladie chronique dès les soins de premier recours, à des fins thérapeutiques, préventives et d'éducation pour la santé, de les orienter vers un cycle éducatif en APA qui débouchera sur la co-construction d'un projet personnel d'activité physique autonome et régulière, dont la mise en œuvre sera accompagnée »⁵³.

L'articulation des dispositifs de soins aux dispositifs sociaux monte en puissance pour répondre à la question de la pérennité de l'engagement des

52. Dès 2007, l'Ancred en partenariat avec l'Union Nationale des Réseaux de Santé (UNRS) était devenue l'un des moteurs d'un élargissement du champ d'intervention monothématique des réseaux « diabète » vers des réseaux multithématiques de prise en charge des maladies chroniques. Les réseaux adhérents étaient ainsi invités à se regrouper avec d'autres réseaux de leur territoire, voire à constituer des plateformes territoriales de santé afin de mutualiser leurs compétences de coordination de soins.

53. Objectif tiré d'un courrier envoyé par le Président de l'Ancred au Président de l'AFAPA.

malades chroniques dans une pratique régulière et adaptée. Elle est pensée dans le cadre d'un parcours qui se définit comme la trajectoire globale des patients et usagers dans leur territoire de santé, avec une attention particulière portée à l'individu et à ses choix. Le modèle promu, qui avait été consacré par le rapport Toussaint (2008), repose sur la distinction d'une intervention en APA dans le parcours de soins⁵⁴ d'une pratique de sport-santé dans le parcours de santé⁵⁵. L'intervention en APA, intimement articulée à l'éducation thérapeutique, endosse une fonction propédeutique à la participation sociale dans les associations sportives (Perrin, 2008b).

C'est donc une approche éducative pluriprofessionnelle qui se diffusera dans le cadre des réseaux diabète, puis des réseaux de santé. Le modèle de la prescription médicale est remplacé par une intervention éducative, distribuée au sein d'une équipe de soins. L'enseignant en APA y mobilise ses compétences propres comme les compétences partagées d'éducation thérapeutique pour développer les ressources physiques et motrices, et plus largement les ressources biopsychosociales du patient. Il vise à terme pour le patient, et quand c'est possible, une participation sociale en tant que citoyen dans des dispositifs de droit commun : les associations et les clubs ayant une offre d'APA ou de sport-santé.

La cardiologie hospitalière : en finir avec l'effet Framingham ?

Les services de cardiologie invités à développer l'éducation thérapeutique, ne se limitent pas à la connaissance de la maladie et de son traitement médicamenteux, mais cherchent à développer l'autonomie des patients en délivrant de l'information sur les facteurs de risque cardiovasculaires et recommandations de santé pour les inciter à modifier leurs habitudes de vie. Les travaux interactionnistes de Casal et Génolini (2013) réalisés dans un service de dépistage intégré à l'hôpital et dans une clinique de rééducation, analysent « le cadre situationnel du dépistage comme une mise en autonomie du patient sous contrôle médical ». À travers une observation ethnographique des consultations médicales au sein d'un service hospitalier de détection de l'athérosclérose, ils montrent comment, dans le cadre de l'activité dialogique de la consultation, les médecins cherchent au cours du travail diagnostique, des « prises » leur permettant de suggérer des conduites d'auto-contrôle, et comment la conversion du style de vie en remède médical agit

54. Le parcours de soins comprend l'accès aux consultations de premiers recours et aux autres lieux de soins : hospitalisation programmée ou non (urgences), hospitalisation à domicile (HAD), soins de suite et de réadaptation (SSR), unité de soins de longue durée (USLD) et établissements d'hébergement pour personnes âgées dépendantes (EHPAD).

55. Le parcours de santé comprend la prévention en santé et sociale et l'accompagnement médico-social et social, le maintien et le retour à domicile.

sur un autre plan de la formation à l'auto-soin. L'hygiène est abordée comme un médicament et règle la cohérence du traitement en couplant le thérapeutique et le préventif. La prescription de l'hygiène n'est pas réductible à des recommandations, mais se présente comme une formation à la rationalité du raisonnement médical. Le patient apprend, sous le contrôle du médecin, à réfléchir méthodologiquement à la façon de s'alimenter ou de bouger, à partir d'une confrontation aux normes édictées par la prévention. L'interaction qui impose au patient une certaine réflexivité sur son mode de vie lui montre, par l'analyse causale qui structure l'interrogatoire, que le style de vie est aussi d'une certaine manière de la chimie organique qui a un effet dose/réponse sur la maladie. Par-delà l'homologie biomédicale entre contrôle de l'hygiène et posologie, le patient apprend également à faire prévaloir une « logique de cumul d'exercices », quelle que soit leur nature, sur une « logique identitaire ». La nature de l'activité physique n'est en effet pas prise en compte (déplacements utilitaires, activités domestiques, pratiques culturelles (danse, activités physiques et sportives). Le rapport au style de vie en tant qu'expression de soi est neutralisé pour s'intéresser à un corps objet de calcul, d'évaluation et de contrôle.

En commentaire de cet article, Tourette-Turgis (2013) dénonce le mécanisme de transposition directe d'un modèle d'étude épidémiologique (celui de l'enquête Framingham) à un modèle d'intervention éducative invitant le patient à se représenter mentalement la place qu'il occupe sur une échelle de risques. Elle suggère ainsi « d'en finir avec l'effet Framingham en éducation thérapeutique ». Si les patients acceptent souvent volontiers de calculer leur score en matière de risque, et en sont même parfois demandeurs, ils ne se transforment que très rarement en *homo medicus*⁵⁶ dont les professionnels rêvent (Pinel, 1992 ; Peretti-Wattel et coll., 2009). Ces scores comme les tentatives de modifier des activités humaines élémentaires sont confrontés aux significations sociales des pratiques et au sens que leur attribue l'individu. C'est certainement un point encore insuffisamment pensé dans les dispositifs d'éducation et de prévention du risque cardiovasculaire essentiellement cadrés par la sphère médicale, dans une spécialité qui prend en charge toutes les catégories sociales de la population et dont les centres hospitaliers universitaires restent les épicycles de la structuration clinique. Ainsi l'intervention en activité physique s'organise autour de trois tendances relativement peu coordonnées : l'éducation thérapeutique qui vise à responsabiliser les individus dans un calcul et un contrôle de l'activité physique, le

56. La notion d'*homo medicus* a été mobilisée par P. Pinel (1992). Elle correspond à un idéal médical d'un humain capable à tout moment d'évaluer ses comportements à l'aune des risques qu'ils comportent, indépendamment du plaisir, des motivations individuelles et des liens sociaux. Cet idéal constituerait un point de dérive vers une prévention moralisante.

réentraînement à l'effort dans les organisations médicales, puis l'orientation vers des pratiques culturelles organisées par le mouvement sportif.

En conclusion, cette approche tend à procéder par accumulation et juxtaposition d'interventions sans vraiment réussir à transformer la relation à l'activité physique pour qu'elle s'inscrive dans une pratique durable. Marquée par le modèle du réentraînement, elle peine à appréhender l'expérience corporelle au-delà de ses dimensions énergétiques. Les autres dimensions (sensorielles, émotionnelles, relationnelles et symboliques) sont ignorées alors même qu'elles peuvent contribuer à renouveler le rapport au corps, à la maladie et aux autres et favoriser le développement de l'autonomie du patient.

Des dispositifs sanitaires aux dispositifs locaux : le Sport santé sur ordonnance

L'organisation de réseaux Sport santé a été initiée bien avant le PSSBE (Plan sport santé bien-être). Le réseau Efformip a été créé dès 2005, suivi par le réseau Champagne Ardennes en s'inspirant du modèle des réseaux de santé. Leur diffusion sur le territoire national s'est accentuée à partir de 2012. Le modèle qui tend à se généraliser propose une évaluation des patients qui soutient une orientation vers des associations locales. Le réseau Picardie en forme », par exemple, propose un parcours d'accompagnement du patient : « Le médecin traitant, appartenant au réseau, prescrit au patient de l'activité physique et l'adresse à un pôle d'évaluation diagnostique animé par un animateur sportif spécialement formé du comité régional Sports pour tous. Un questionnaire de motivation, des tests d'estime de soi (ISP-10) et de condition physique (Forme Plus Sport) permettent d'orienter l'utilisateur soit pour une reprise progressive vers un atelier passerelle adossé à un établissement spécialisé dans la prise en charge aiguë et chronique, soit directement vers un club sportif associatif ayant le label Picardie en forme » (Weissland et coll., 2016). Les auteurs qui ont étudié le dispositif observent une faible prescription d'activité physique par les médecins généralistes du réseau, malgré les formations délivrées par Picardie en forme et les outils conçus, et ils soulignent un problème de fidélisation des adhérents (70 % des patients adressés ont quitté le réseau). Des pertes s'observent après les tests initiaux et après l'orientation dans les clubs. Aux auteurs de conclure « En effet, l'orientation des patients vers une offre sportive locale clairement identifiée ne suffit pas à surmonter les freins économiques, psychologiques et culturels d'accès à l'activité physique. »

Sur cette même période, la ville de Strasbourg et la communauté urbaine de Strasbourg (Cus) expérimentent un dispositif local de santé publique intitulé « Sport santé sur ordonnance » (SSSO). Il est destiné à promouvoir la

prescription de l'activité physique par les médecins généralistes à des personnes vivant avec une maladie chronique stabilisée, et à développer une offre locale de pratique de Sport santé permettant de mettre en œuvre cette prescription. Cette initiative entend « contrer les inégalités sociales et territoriales de santé ou d'accès à l'activité physique, avec pour constat notamment que l'obésité touche 25 % des adultes vivant dans des quartiers défavorisés, soit 4 fois plus que chez les populations vivant dans les autres quartiers de la ville sur la population d'âge 5-6 ans » (Gasparini et coll., 2014, p. 4). Ce sont particulièrement les individus souffrant d'hypertension, de diabète de type 2, d'obésité ou de maladies cardiaques qui sont les cibles de ce programme (Gasparini et Knobé, 2015). « Le patient dont le médecin traitant a établi une prescription d'activité physique dans le dispositif prend contact dans un premier temps avec un éducateur sportif de la Ville de Strasbourg qui l'oriente vers une offre de sport santé en fonction des recommandations du médecin, des résultats d'un entretien approfondi, d'un questionnaire d'auto-évaluation de sa condition physique et d'un test de marche de six minutes » (Gasparini et coll., 2014). Ainsi, si l'activité physique est prescrite par leur médecin aux personnes vivant avec une maladie chronique, le dispositif SSSO mise sur une « démedicalisation de la prescription » par une orientation vers des dispositifs de Sport santé de droit commun. Selon l'article de Marsault (2017), le dispositif serait perçu par les promoteurs du dispositif comme étant « non médical », sans que des éléments ne soient donnés pour saisir la façon dont est construit ce jugement, ni que l'on comprenne en quoi l'offre de service est adaptée aux besoins médicaux.

Dans ce cadre, Marsault (2016) observe que les opérateurs du mouvement sportif traduisent la commande médicale en fonction de leurs propres enjeux institutionnels et politiques. Si tous s'accordent selon elle sur la nécessité d'une éducation physique pour lutter contre l'inactivité et l'isolement des patients, « les effets attendus de la pratique sont redéfinis en fonction d'une économie politique des structures locales en place » (p. 163). L'offre de sport santé n'échapperait ainsi pas aux conditions sociales et politiques de sa mise en œuvre opérée par le mouvement sportif local, et les usages variés de la pratique relèveraient de « représentations sociales différentes du sport santé, moins en lien avec les pathologies qu'avec les objets sociaux des institutions de rattachement » (2017, p. 21). Ce processus se fait selon l'auteure dans le cadre d'une gouvernance locale de la santé, où les acteurs de la ville viennent concurrencer les dispositifs régionaux et nationaux et où le service local des sports prend une place prépondérante. La ville de Strasbourg a d'ailleurs organisé en 2015 et en 2017 les Assises du sport santé sur ordonnance afin de proposer un retour d'expérience, mais également de coordonner un réseau regroupant l'ensemble des villes françaises qui mettent ou veulent mettre en

place un dispositif de prescription d'APS. La ville de Strasbourg tente de rassembler les différentes initiatives et de se positionner en tant que leader, médiatique et institutionnel, sur la question.

Le rôle de la prescription dans la pratique d'une activité physique a été étudié en particulier au Danemark par Jorgensen et coll. (2012) et Sorensen et coll. (2011) et en Nouvelle-Zélande par Swinburn et coll. (1997, 1998). Ces articles, dont l'objectif est de vérifier quantitativement l'effet produit par une prescription médicale, affirment qu'une ordonnance écrite a en moyenne deux fois plus de chances d'être convertie en actes qu'un conseil oral. Les effets seraient encore multipliés dans le cadre de ce qu'ils dénomment la « *green prescription* » (Swinburn et coll., 1998), dont l'objectif et les modalités de l'activité physique sont discutés avec le patient et ancrés dans ses envies, ses motivations et son parcours de soin. Jorgensen et coll. (2012) soulignent par contre qu'une formation à la prescription d'activité physique pour les médecins généralistes est nécessaire, si l'on veut améliorer l'observance de cette prescription par un engagement durable dans une pratique d'activité physique. Cette compétence, qui n'est aujourd'hui que très peu prise en compte dans les facultés de médecine française, fait défaut aux médecins généralistes qui ne savent pour certains pas comment ni quoi prescrire⁵⁷.

Des dispositifs émergent alors pour contrebalancer ce manque. C'est en particulier le cas du « Médicosport-santé, dictionnaire à visée médicale des disciplines sportives »⁵⁸, conçu et piloté depuis 2010 par la commission médicale du CNOSEF avec la collaboration de la Société française de médecine de l'exercice et du sport (SFMES). À partir d'analyses réalisées dans le cadre même des fédérations sportives, il répertorie les disciplines sportives en fonction de bienfaits et de risques associés à leur pratique dans le cadre des fédérations. Ce projet de « Vidal du sport » a l'ambition d'aider le médecin à orienter le patient vers des disciplines appropriées à la prévention primaire, secondaire et tertiaire de certaines pathologies chroniques. Il vise également pour le CNOSEF à favoriser l'accueil de malades chroniques envoyés par leur médecin au sein des clubs des fédérations délégataires. Deux versions du Médicosport ont été proposées jusqu'à aujourd'hui dont les usages gagneront à être analysés par les sciences sociales. Quel rôle va pouvoir concrètement jouer ce dictionnaire ? Quel intérêt va-t-il susciter chez les médecins, comme chez les intervenants en activité physique ou encore chez les personnes vivant avec une maladie chronique ?

57. Voir notamment l'article de l'IRBMS à ce sujet à l'URL : <https://www.irbms.com/l%E2%80%99activite-physique-comme-medicaments%E2%80%A6-l%E2%80%99avis-de-medecins-generalistes/>

58. Médicosport-santé. Disponible à l'URL : http://franceolympique.com/art/5364-le_medicosport-sante Voit_le_jour_!.html

En outre, les différents travaux de Gasparini et Knobé (2013, 2014 et 2015) ont analysé les bénéficiaires du dispositif strasbourgeois, en particulier leurs caractéristiques sociodémographiques, leur rapport à l'activité physique et leur ressenti face au sport sur ordonnance. Ils remarquent que la grande majorité des individus sont obèses ou en surpoids, en majorité des femmes (62,7 %) et pour plus de la moitié (52,9 %) issus de quartiers défavorisés où « l'accès aux installations sportives est plus limité » (2014, p. 5). De même, la plupart des patients se sentent éloignés en termes de connaissance et de pratique d'une activité sportive, en particulier à cause de ressources financières, culturelles et sociales faibles. Le rapport au corps, notamment la gêne de dévoiler un corps trop gros stigmatisé dans l'espace public participerait également de l'éloignement ressenti à la pratique d'une activité. Cela étant, le fait que le dispositif prenne en charge l'ensemble des frais liés à l'activité prescrite permet selon les auteurs à ces publics éloignés de franchir le pas. Les patients étant entre pairs et ayant des problématiques corporelles qui présentent des similitudes, ils « acceptent plus volontiers d'avoir une activité physique régulière et supervisée » (2014, p. 6). Finalement, le dispositif a fait office de passerelle et permis un retour à l'activité sportive dans le milieu fédéral pour un tiers de la population d'enquête, tandis qu'un autre tiers était déjà physiquement actif avant de recevoir la prescription médicale. C'est ce qui conduit les auteurs à insister sur la réussite du programme, qui encourage selon eux « les patients » porteurs de maladies chroniques à un mode vie plus actif et à une remise en mouvement du corps, dans le cadre d'une transformation durable des représentations de l'activité physique et de ses bénéfices.

Du point de vue de l'action publique, ce dispositif a pris la relève des dispositifs municipaux du sport social en vigueur depuis la fin des années 1980, les municipalités ayant misé sur le « socio-sport » comme outil de cohésion sociale dans les quartiers populaires (Gasparini, 2008). « Ainsi à Strasbourg comme ailleurs, de nombreuses structures associatives convertissent leur offre d'activités sportives en proposant un recyclage de dispositifs précédents centrés sur l'intégration sociale... » (Gasparini et Knobé, 2015). On passerait ainsi à « la santé active comme support de la qualité de vie ». La question qui se pose est alors de savoir s'il faut proposer une offre adaptée pour répondre aux besoins spécifiques des malades, au moins dans un premier temps, ou au contraire les accueillir en séances ordinaires pour favoriser la mixité des publics et éviter l'entre-soi stigmatisant. Par ailleurs, le dispositif n'a pas toujours été en mesure de soutenir ses ambitions de contrôle médical de la qualité des projets des structures accueillantes, *via* la labellisation. Confronté à un afflux important de « patients » en 2013, les personnes malades ont été orientées par le coordinateur vers des créneaux de dispositifs municipaux gratuits (animation de quartier, gymnastique douce), non dédiés

aux malades chroniques (Marsault, 2016). Les auteurs concluent en interrogeant le contrôle des populations vivant en marge des normes sociales dominantes, conduisant à un nouveau gouvernement des corps (Fassin et Memmi, 2004), où la prescription permettrait de modifier intuitivement les conduites, d'individualiser la responsabilité et *in fine* de gérer les risques.

Pour conclure cette seconde partie, soulignons qu'il existe un vide de littérature sociologique sur les réseaux et les plateformes Sport santé. Par ailleurs, les analyses des organisations et des dispositifs restent centrées sur la fédération des acteurs, l'articulation de leur intervention et le nombre de bénéficiaires touchés, sans trop creuser la nature même des interventions, les compétences mobilisées et la nature des ressources développées.

La troisième partie va ainsi se centrer sur les interventions des professionnels, les activités de travail et les dynamiques professionnelles sur lesquelles elles reposent. Elle prendra appui sur l'analyse de l'expérience des patients et de leur engagement dans une pratique physique adaptée.

Intervention en activité physique : travail et dynamiques des professions

Dynamiques professionnelles autour de l'activité physique des patients et personnes vivant avec une maladie chronique

La prescription d'une activité physique par le médecin généraliste peut aujourd'hui être adressée à un nombre important d'intervenants dont trois groupes professionnels principaux qui peuvent être rémunérés pour de l'éducation « sportive » : les enseignants en APA, les éducateurs sportifs et, pour une partie de leur activité, les masseurs-kinésithérapeutes qui sont les seuls à être professionnels de santé.

Dans le secteur sanitaire, des collaborations sont aujourd'hui établies dans les établissements de santé entre enseignants en APA et masseurs-kinésithérapeutes. Dans le secteur social, l'enseignant en APA se trouve souvent confondu avec le groupe des éducateurs sportifs, sans distinction des niveaux de qualification.

Si les relations entre groupes professionnels se sont initialement jouées sur les terrains de l'intervention auprès des bénéficiaires, elles se sont précisées dans le cadre des travaux collectifs d'envergure nationale autour de l'activité physique (Perrin, 2008b, 2016) : PNNS 3, 3^e Plan Cancer, groupes de travail de la HAS, refonte du catalogue des actes de rééducation et de réadaptation

(Cdarr/Csarr), Groupe de Travail de la DGS préparatoire à l'écriture du décret n° 2016-1990, pour ne citer que quelques exemples.

Éducateur sportif : une dénomination en référence à un diplôme d'état ou son équivalent

Selon les travaux de Bernardeau-Moreau et Collinet (2009), l'éducateur sportif reste encore un objet d'étude peu investi : « peu visible dans la diversité grandissante des emplois liés au sport, la profession des éducateurs sportifs a aussi été victime, sans doute, de l'intérêt privilégié porté à l'enseignement sportif scolaire, fort d'une tradition de recherche plus ancienne ». Une première question est alors posée dès l'introduction de l'ouvrage qui concerne la pertinence même de la dénomination du métier. Le terme « éducateur sportif » est apparu dans les directives officielles à la fin des années 1950. Une pluralité d'appellations entrera dans cette catégorie quinze années plus tard dans l'arrêté du 30 juillet 1965 qui définit les diplômes ouvrant droit à la profession d'éducateur physique ou sportif. On parle de moniteur, d'instructeur, de professeur... L'évolution historique brossée dans l'ouvrage tend à montrer une construction progressive de la professionnalité. Les auteurs soulignent par ailleurs « l'incohérence des modes d'accès au métier : nous savons que, si bon nombre d'éducateurs sont issus d'une formation initiale, de qualité très inégale, nombreux sont ceux qui ont suivi un processus de promotion sociale et nombreux également sont ceux qui sont entrés sans la moindre qualification ». La généralisation de la dénomination « éducateur sportif » à l'ensemble des intervenants professionnels a pour effet, dans la situation de l'intervention auprès des malades chroniques, de gommer les niveaux de formation et de qualification entre un éducateur sportif qui a une formation courte de niveau IV (Brevet Professionnel) et un enseignant en APA qui a une formation universitaire de niveau II (Licence en APA), voire I (Master et doctorat).

Cette confusion est renforcée par le fait que les éducateurs sportifs bénéficient d'une reconnaissance à niveau IV dans certaines conventions collectives des branches professionnelles, alimentant une réelle situation de concurrence entre les deux groupes professionnels.

Émergence du groupe des professionnels de l'APA dans le contexte collaboratif des réseaux de santé : la construction collective des réponses aux besoins des patients

Comme l'ont analysé les travaux réalisés dans le secteur de la diabétologie (Perrin, 2008b ; Perrin et coll., 2008 ; Chantelat et Perrin, 2009), les

interventions concernant l'activité physique ont émergé en même temps que se développaient de nouvelles pratiques professionnelles interdisciplinaires d'éducation thérapeutique. Relevant d'une intervention spécialisée pour sa partie pratique (l'intervention en APA), elles concernaient également d'autres professionnels des équipes de coordination des réseaux de santé : le plus souvent médecins, infirmières, diététiciennes, parfois psychologues. Chacun des professionnels était susceptible d'aborder la question de l'activité physique avec le patient dans le cadre de l'éducation thérapeutique. Mais l'importance accordée à l'activité physique du patient, à son expérience, aux relations de groupe et au plaisir dans la pratique ont rendu nécessaire l'encadrement d'une pratique effective d'APA. C'est ainsi qu'a émergé le « nouveau » groupe des professionnels de l'activité physique adaptée, initialement dénommé « éducateurs médico-sportifs » (EMS).

Les premiers emplois de professionnels de l'intervention en activité physique ont été faits dans le cadre du dispositif « Nouveaux services-Nouveaux emplois »⁵⁹ à la fin des années 1990. Cette politique s'est en effet trouvée en totale congruence avec celle des réseaux de santé orientée vers la création de nouveaux services. Comme l'a montré Labruyère (2000), l'originalité de ce dispositif consistait à privilégier la voie de la formation expérientielle dans une logique de professionnalisation inédite. Il s'agissait, au-delà de la professionnalisation des individus, de professionnaliser des activités. Ce dispositif, facile d'accès, a permis l'emploi en minimisant les risques pour les réseaux et en limitant le coût de l'expérience, le défi majeur étant de les pérenniser après qu'ils aient fait leur preuve. Après 1999, date des premiers recrutements, et au-delà de 2002 (fin de ce dispositif emplois-jeunes), plusieurs emplois ont été créés et stabilisés sur ses fonds spécifiquement attribués aux réseaux.

Avec la décentralisation, cette reconnaissance tutélaire ne pouvait plus être acquise au niveau national. Ainsi, le rôle des EMS a été différemment perçu d'une région à l'autre, ce qui a accru les difficultés de légitimation externe de leur activité (Perrin et Chantelat, 2006).

Dès les premières embauches, ces médecins avaient défini les contours de l'activité en termes de missions, de tâches, de savoirs et de savoir-faire devant être associés à une activité qu'ils considéraient comme étant totalement « nouvelle », alors même que l'APA était déjà bien implantée dans d'autres

59. Il s'agit de contrats aidés mis en place en 1997 par Martine Aubry sous le gouvernement Jospin pour cinq années. Loi n° 97-940 du 16 octobre 1997 relative au développement d'activités pour l'emploi des jeunes (J.O. du 17.10.97). Les 350 000 emplois prévus dans ce programme devaient permettre aux jeunes de développer des activités répondant à des besoins existants insatisfaits ou émergents.

secteurs médicaux comme celui de la médecine physique et de la réadaptation. Ce qui était novateur était finalement de construire les projets d'éducation thérapeutique avec la pleine collaboration du professionnel de l'activité physique en diabétologie. En ce sens, ces médecins ont joué un rôle essentiel dans la reconnaissance de la professionnalité des enseignants en APA dans le secteur de la maladie chronique. Selon eux, la mission de ces derniers devait se fonder, d'une part, sur l'incitation des patients à la pratique d'une activité physique régulière (par une présentation théorique de ses bienfaits) et, d'autre part, sur une « autonomisation » progressive des patients⁶⁰ (développement durable de leurs pratiques physiques quotidiennes) selon la méthodologie et l'éthique de l'éducation du patient qui rejoignaient finalement celle de l'APA dans son approche résolument sociale du fonctionnement du handicap et de la santé (Perrin, 2008b).

La professionnalité des intervenants en APA s'est ainsi inscrite dans un contexte plus large de renouvellement des modèles d'intervention dans le monde médical. Les professionnels de santé établis étaient eux-mêmes en situation de développer de nouvelles compétences de travail en réseau et d'éducation du patient (Bercot et De Coninck, 2006). La formation professionnelle continue portée par les réseaux a permis que se construise une culture commune qui a favorisé le développement de collaborations professionnelles au sein desquelles la formation pédagogique des enseignants en APA a su profiter au développement des compétences du collectif de soignants. Dans un même temps, les professionnels de l'APA se sont socialisés aux nouveaux codes et nouvelles pratiques du monde médical en train de se construire. Poussés par cette dynamique qui tendait à porter l'accent sur les compétences d'éducation du patient davantage que sur les compétences construites en formation initiale, les EMS qui se sentaient participer à une innovation se sont regroupés en 2005 au sein d'une association dénommée l'Association des éducateurs médicosportifs. L'analyse des processus de structuration et de reconnaissance dans lequel se sont engagés les acteurs, tant au niveau de l'organisation locale qu'au niveau institutionnel, a permis de comprendre comment les EMS, la plupart du temps issus d'une formation universitaire en APA (Perrin, 2008a ; Chantelat et Perrin, 2009)⁶¹, ont

60. Lors de séances pratiques et du suivi individualisé mis en commun avec les professionnels de santé du réseau.

61. Sur les 20 EMS adhérents à l'ADEMS en 2008, « 15 sont issus d'une formation APA STAPS et possèdent une Licence (3), une maîtrise (9) ou un master (3). En revanche, seuls 5 possèdent un brevet d'État, l'un avec une formation complémentaire en APA (DU) et un second possédant un DEA de biologie cellulaire. Au final, 3 EMS sont uniquement titulaires d'un brevet d'état. » (Perrin, 2008b). Parmi les 3 EMS uniquement titulaire d'un brevet d'état, l'un a validé une Licence APA-S en Validation d'Acquis de l'Expérience (VAE), l'autre est devenu coordinateur de réseau et a pris des responsabilités nationales du fait d'une pratique parfaitement intégrée au parcours de soins. Ils ne sont donc pas représentatifs de l'éducateur sportif type.

construit leur identité professionnelle essentiellement en dehors de leur formation initiale, à partir de leur formation à l'éducation thérapeutique (dans le cadre de la formation continue) et de leur socialisation au monde médical. Pourtant, dès son origine, le concept d'APA intégrait la santé à la fois comme finalité et comme secteur d'intervention. Dans son ouvrage qui date de 1987, Clermont Simard présentait la contribution de l'APA à la prise en charge du diabète, sans encore établir de liens avec l'éducation du patient.

Si les acteurs engagés concluent à l'émergence d'un nouveau métier de l'intervention en activité physique, il semble plus approprié de parler d'un infléchissement de l'activité de travail des professionnels de l'APA (Perrin, 2008b).

APA-Santé : affirmation de l'expertise des professionnels de l'APA en matière de santé

Face à cette dynamique émergente, la filière « APA »⁶² de la formation universitaire en Sciences et technique des APS (STAPS), ainsi que les professionnels de l'APA se sont mobilisés pour affirmer l'expertise construite dès son origine par ce parcours de formation, expertise ancrée dans des savoirs professionnels spécifiques et dans la production scientifique pluridisciplinaire continue de laboratoires universitaires.

La conférence des directeurs de STAPS (C3D) a ainsi choisi, en concertation avec l'AFAPA⁶³, d'affirmer la professionnalisation de cette filière dans le monde médical en accolant le terme « santé » à la dénomination de la filière qui devient « APA-santé » en 2007 (Guiraud et coll., 2013). Les formations sont par ailleurs inscrites au Répertoire national de la certification professionnelle (RNCP).

Confrontés aux dynamiques régionales du Sport santé soutenues par le PSSBE (2012), les enseignants en APA ont ressenti la nécessité de franchir une étape supplémentaire de formalisation de leur territoire et d'affirmation de leur identité en élaborant un « référentiel métier » qui rende compte de leur pratique professionnelle, de sa dimension éducative et de l'éthique qui l'accompagne (Perrin, 2016). La SFP-APA a ainsi mobilisé une équipe de sociologues de l'Université de Lyon pour engager un processus de co-construction du référentiel métier de l'enseignant en APA (Barbin et coll., 2015 ; Perrin, 2016) qui décrit les situations de travail et les relations

62. Dont les premières formations sont apparues en 1982.

63. L'Association Francophone pour l'Activité Physique Adaptée est née en 1997 de l'initiative de formateurs en APA pour mieux structurer la formation et la recherche du domaine de l'APA.

interprofessionnelles avec les professions médicales et paramédicales et les éducateurs sportifs.

Parallèlement à l'affirmation de l'identité de la formation universitaire en APA-S, les professionnels sont ainsi clairement entrés dans un processus de construction de leur territoire (Perrin, 2016), le territoire correspondant à « la relation que les professionnels entretiennent avec un ensemble de tâches dont ils ont la charge, et de compétences exercées de façon quasi exclusive » (Freidson, 1994). Cette construction du territoire ne peut se faire « qu'en opposition avec les définitions que se donnent d'autres entités semblables » et suppose leur reconnaissance, comme celle des institutions. Si une reconnaissance institutionnelle de l'enseignant en APA s'est construite durant les deux dernières décennies, les contours de son territoire restent encore à préciser avec les autres groupes professionnels.

La position de l'enseignant en APA, particulièrement intéressante pour le rôle passerelle qu'elle peut assurer entre les mondes médical, médico-social et social, se heurte cependant toujours à une confusion de son mandat avec celui des éducateurs sportifs, confusion amplifiée par les formations complémentaires des éducateurs sportifs au Sport santé. Notons une large démocratisation de ce type de formations courtes organisées dans le mouvement sportif, sans que des travaux de recherche en sociologie ne les aient pour l'instant davantage analysées.

Les masseurs-kinésithérapeutes et la gymnastique hygiénique d'entretien ou préventive

La kinésithérapie est une spécialité qui a émergé et s'est stabilisée sous la forme d'une profession paramédicale à travers une histoire complexe éclairée par plusieurs thèses en sociologie (Defrance, 2009).

La thèse de Monnet (2003) montre que des pratiques de massage, de gymnastique (mobilisation) et de magnétisation ont d'abord existé en dehors de la juridiction des médecins, en tant que « pratiques sociales ». En reconnaissant la qualité d'agent thérapeutique aux méthodes préconisées, les médecins initiateurs tentent de leur conférer un statut médical, consignnant et énonçant un savoir théorique et abstrait, attributs des professions établies pour qu'elles soient enseignées à la Faculté (Monnet, 2003). À partir de la fin du XIX^e siècle, le massage, la kinésithérapie, la gymnastique ayant pénétré le champ de la médecine et la loi du 30 novembre 1892 ayant confiée aux médecins le monopole de l'ensemble des techniques de soins, « ceux-ci vont faire appel à des auxiliaires dont ils auront assuré la formation préalable pour mieux les contrôler » (Macron, 2015). Le réseau d'intérêts qui se constitue, rassemble un

groupe multiforme d'acteurs qui, dans la mouvance de l'application d'autres agents physiques (électricité, eau, air), tentent d'élargir et de rassembler les traitements par ces agents dans une nouvelle vision de la thérapeutique : la physiothérapie. La genèse du statut professionnel de cette activité paramédicale s'étend donc sur plus d'un demi-siècle, de la fin du XIX^e siècle aux années 1940. Si dans un premier temps, les médecins envisagent d'en faire une spécialité pour eux-mêmes, « l'idée que ce travail sur le corps revient à des aides formés sous leur contrôle » va s'imposer progressivement (Defrance, 2009).

La profession de masseur kinésithérapeute est officialisée par la loi n° 46.857 du 30 avril 1946 : il lui est confié le monopole légal du massage. Très rapidement la profession va manifester un désir d'émancipation par rapport à la tutelle médicale, mais il lui faudra attendre près d'un quart de siècle (1969) pour voir aboutir la revendication d'une troisième année d'études, et 60 ans pour celle d'obtenir un Conseil de l'Ordre (2006). La thèse de Gaubert (2006) analyse que la transmission « scolaire » du métier passe par « l'incorporation d'un ordre du monde médical selon une série d'oppositions entre théorie et pratique, médecine et kinésithérapie » qui tend à réduire l'activité de travail à la manipulation d'un corps anatomique. Selon Macron (2015), l'évolution de la masso-kinésithérapie a été entravée par les visées hégémoniques du corps médical, puis conditionnée à la politique d'harmonisation de la réglementation des professions paramédicales menée par les pouvoirs publics et par les choix sociétaux. La création d'un Ordre professionnel (ONMK) a été, d'après le même auteur, source de graves dissensions intra professionnelles au sujet de la conception du métier (Macron, 2015). Si elle vient d'obtenir une avancée significative par l'obtention d'une quatrième année d'études précédée d'une première année d'études universitaire (PACES, STAPS, STC), la profession de masseur-kinésithérapeute reste en attente d'une possibilité d'accès à la formation doctorale et vise une reconnaissance en tant que profession médicale.

Les travaux de Perrin (2008) montrent que les kinésithérapeutes ne se sont pas spontanément engagés sur le terrain de l'activité physique dans le fonctionnement des réseaux et pôles de santé. En cohérence avec les pratiques initiales de gymnastique médicale, l'annexe II-1 de l'article 212-1 du Code du sport leur donne les prérogatives « d'encadrement de la pratique de la gymnastique hygiénique d'entretien ou préventive dans les établissements d'activités physiques et sportives, dans le respect de la législation et de la déontologie de la kinésithérapie ». Dans l'étude sur les dispositifs innovants promus par les réseaux diabète, un seul d'entre eux s'était spontanément impliqué dans des séances collectives d'activité physique en collaboration très étroite avec l'EMS. L'arrivée des professionnels de l'APA suscita

cependant quelques craintes du côté des syndicats de kinésithérapeutes qui percevaient leur activité comme une menace pour la préservation de leur territoire professionnel. Ces craintes s'étaient d'ailleurs déjà exprimées et de manière d'autant plus forte lorsque des intervenants en APA ont été embauchés dans le domaine de la médecine physique où les problèmes de chevauchement des activités se posaient très concrètement.

Malgré ces tensions originelles, la délimitation de l'activité de l'EMS a été en mesure d'atténuer les craintes des kinésithérapeutes. En effet, dès la constitution de l'ADEMS, les membres avaient une définition relativement claire de ce qui les différençait des kinésithérapeutes « les kinésithérapeutes réalisent un travail analytique sur le corps humain en vue d'améliorer la condition physique *via* l'entraînement des patients, alors que les EMS mobilisent différents types d'effort dans le cadre de pratiques culturelles, dans une logique d'éducation pour la santé » (Perrin, 2008b). De leur point de vue donc, la distinction entre le travail de l'EMS et celui du kinésithérapeute pouvait déboucher sur une séparation stricte de tâches complémentaires au sein du réseau (Perrin, 2008b).

Néanmoins, cette stricte division des tâches n'a pas totalement suffi à garantir un « pacte » de non concurrence entre les deux groupes professionnels. En effet, c'est avec le développement de l'action publique autour de l'activité physique que ces derniers se sont intéressés au nouvel espace d'activité professionnelle qui se construisait en lien avec l'éducation du patient par l'activité physique. Profitant de leur statut et de leur reconnaissance en tant que professionnels de santé, le Conseil national de l'ordre des masseurs-kinésithérapeutes (ONMK) a cherché à se positionner dans les nouvelles dynamiques professionnelles sur la base d'un conflit de territoire généré par certaines embauches hospitalières d'enseignants en APA sur des postes de masseurs kinésithérapeutes (ONMK avis n° 2016-03).

Il sera intéressant d'analyser la place que prendra l'activité d'éducation sportive des malades chroniques dans l'activité des masseurs kinésithérapeutes et sa mise en œuvre (recours par exemple à des emplois d'enseignants en APA au sein des cabinets de kinésithérapie).

Reconfiguration des dynamiques professionnelles autour du médecin généraliste dans le parcours de soins : un retour à la prescription et aux réponses individuelles ?

Les réseaux de santé ont créé les conditions d'une rupture dans la conception du soin de la maladie chronique et soutenu de nouvelles dynamiques

professionnelles. Ces dernières sont marquées par l'évolution des pratiques des soignants (grâce en particulier au décloisonnement et à la formation à l'éducation thérapeutique), l'émergence de nouvelles professionnalités en réponse aux besoins spécifiques de la maladie chronique : la coordination (Robelet et coll., 2005), l'enseignement en APA (Perrin, 2008b et 2016) et la reconnaissance en tant que professionnels de santé de certains groupes professionnels comme celui des diététiciennes.

Que nous apprend la littérature sociologique sur les pratiques des médecins généralistes ?

L'intervention de proximité du médecin en ferait un intermédiaire idéal pour transmettre les messages de santé publique. Les conseils prodigués par le médecin, « parce qu'ils sont adressés directement aux patients durant la consultation, et deviennent dès lors personnalisés et individualisés, auraient un impact plus marqué que les campagnes de prévention » (Hénaff-Pineau, 2014). Pour autant, il est aujourd'hui bien connu que les conseils ne suffisent pas à transformer durablement les pratiques des individus. Qu'en est-il alors des pratiques d'éducation thérapeutique en médecine générale ? Si les pouvoirs publics et les médecins généralistes eux-mêmes considèrent la relation éducative au cœur de la médecine générale, ils ne la formalisent pas. C'est ce que conclut l'analyse faite de 50 consultations de patients présentant une affection chronique qui, en première intention, suscite une intervention sur la gestion des habitudes de vie (tabac, alcool, alimentation, activité physique) (Génolini et coll., 2011). Ces consultations représentent 21 % des séances faites par les omnipraticiens et concernent, pour 74 % d'entre elles, un diagnostic cardiovasculaire et préventif (Labarthe, 2004). Les auteurs considèrent cette aporie comme indicateur d'une « spécialisation informelle », « voulant ainsi exprimer une étape non aboutie de la spécialisation sur le champ de l'éducation du patient, mais surtout qualifier l'instabilité de l'articulation d'une médecine biologique et sociale au sein de la relation de soin ». L'éducation du patient apparaît comme une activité périphérique ou très spécifique de la prise en charge. Globalement, les interactions observées s'appuient sur un savoir-faire communicationnel qui joue sur l'asymétrie de la relation médecin patient afin de « garder la face », davantage qu'elles ne mettent en place des situations éducatives favorisant l'*empowerment*. Les séances sont de type médical et mettent en jeu une expertise qui reproduit le schéma classique de l'examen clinique et des discussions autour de la maladie et de la prescription.

Dans les travaux de Hénaff-Pineau (2014), les médecins généralistes s'avèrent peu préparés à prescrire une activité physique aux personnes âgées. Leur capacité à aborder l'activité physique semble nettement marquée soit par la culture sportive du praticien soit par l'orientation de l'exercice professionnel vers une

médecine préventive. Du fait que l'activité physique et sportive n'est pas exempte de risques, cardiaques et traumatologiques notamment, une apparente contradiction se pose : au risque de la sédentarité s'oppose la dangerosité de la pratique sportive. D'ailleurs, la législation sur le sport dans la loi « dite Mazeaud » (1975) complétée par la loi « dite Avice » (1984), qui subordonne la participation à des compétitions sportives à l'obtention d'un certificat médical d'aptitude et assujettit l'adhésion à un club d'un sportif même non-compétiteur à la présentation d'un certificat de non contre-indication, a favorisé l'extension de l'activité des médecins détenteurs d'une formation médico-sportive (Viaud, 2009 ; Fleuriel, 2009). Néanmoins la « division du travail médical en matière de sport » précisée à partir du décret d'application du 1^{er} juillet 1987 (Fleuriel, 2009, p. 78) qui prévoit que la délivrance des certificats d'aptitude et de non-contre-indication à la pratique ne requiert pas de qualification médicale spécifique, cantonne l'expertise du médecin du sport essentiellement au suivi des sportifs de haut niveau et à la lutte antidopage. Et malgré la longue construction sociale d'une compétence médico-sportive, « entre holisme et spécialisation » (Defrance et El Boujjoufi, 2004), le manque de reconnaissance institutionnelle et le cadre flou d'une pratique professionnelle « particulièrement éclatée » entre logique sportive et logique médicale (Fleuriel, 2009, p. 92 ; Viaud, 2009) rendent difficile la contribution de la médecine du sport au réengagement physique de patients non sportifs.

Des travaux récents (Bloy et coll., 2016) concluent que l'activité physique est un soin qui trouve difficilement sa place en médecine générale. Perçue comme une affaire de goût, elle offre encore peu de prise à la normativité médicale, en dépit d'un contexte politique porteur. Des entretiens semi-directifs portant sur la prévention ont été réalisés auprès de 99 généralistes franciliens. Les modalités d'investissement de l'activité physique ont été approfondies avec 20 d'entre eux. L'analyse a dégagé les logiques d'action des praticiens et leur diversité, dans une démarche de théorisation fondée. Dans le « tour d'horizon » des soins préventifs dans lesquels ils s'impliquent, proposé en début d'entretien, peu de médecins généralistes évoquent spontanément l'activité physique. Sa place apparaît encore limitée et incertaine. Les médecins généralistes disent aborder le sujet selon les liens pouvant être faits entre l'activité physique et un motif de consultation. Ils disent en parler davantage en prévention secondaire, en cas de pathologie sous-jacente (surpoids, diabète, facteur de risque cardiovasculaire éventuellement dépisté par un bilan biologique), puis en prévention tertiaire dans un objectif de réadaptation à l'effort et pour diminuer la prévalence des incapacités ou récidives. « L'idée d'une consultation spécifiquement dédiée pour ce soin reste incongrue en médecine générale, alors que cela peut se faire pour d'autres préventions (sevrage tabagique par exemple) » (Bloy et coll., 2016). Les

consultations en vue de la rédaction d'un certificat de non contre-indication au sport sont donc les seules dont l'activité physique est *a priori* le motif principal. Elles ne concernent que des patients ayant déjà l'intention de pratiquer et tendent à être vues comme l'occasion de glisser sur d'autres thèmes de prévention : « Un moyen de faire le point un jour sur sa santé et de parler tabac, alcool, surpoids... ».

Prescrire, vers qui et pour quelle forme d'intervention ?

Si le décret n° 2016-1990 relatif aux conditions de dispensation de l'activité physique adaptée et les instructions ministérielles déterminent des professionnels qui peuvent être privilégiés selon le niveau de sévérité des limitations fonctionnelles, ils ne définissent ni ne différencient les interventions. Comment les médecins généralistes pourront-ils faire des choix dans un tel contexte où ils ne connaissent finalement ni les mandats, ni les licences des groupes professionnels ? Quelles différences entre leurs pratiques ? Quelles compétences spécifiques ? Quelles façons d'aborder les problématiques spécifiques des patients ? Autant de questions à prendre en compte dans le cadre d'une prescription pour répondre aux besoins des patients. Ces analyses restent à établir.

Enjeux et logiques de l'intervention en activité physique adaptée

L'engagement improbable des malades chroniques dans une pratique physique

L'intervention professionnelle en APA trouve son sens initial dans le « travail de gestion de la maladie » et fait donc pleinement partie de la trajectoire au sens où la définit Strauss (1992). Ce projet ne va pas de soi, même s'il est rendu nécessaire par une prescription médicale. Une expérience sportive préalable constitue une ressource déterminante. Associée à des techniques, des savoir-être, des savoirs qui peuvent être réactivés dans une pratique adaptée, elle est avant tout fondamentalement associée à une culture qui donne un sens aux pratiques corporelles au point de les intégrer dans les pratiques hebdomadaires. Elle renvoie aux « dispositions sociales » des patients qui viennent à manquer quand l'individu n'a jamais fait l'expérience d'inscrire une pratique physique ou sportive dans ses habitudes de vie. Une étude qualitative auprès de diabétiques de type 2 adhérents d'une association sportive de patients a été réalisée (Barth et coll., 2014). L'analyse des 61 entretiens de recherche et des

observations de terrain décrivent bien les enjeux de l'expérience de la première séance d'APA, permettant de comprendre que le premier objectif de l'intervention professionnelle est bien que les patients viennent et adhèrent aux séances d'APA proposées pour y participer régulièrement. L'enjeu suivant, le plus complexe, est que cette intervention permette un déplacement de la trajectoire de maladie vers une carrière de pratiquant d'APA au sens de Becker (1988) et Hughes (1967). En d'autres termes, il s'agit que l'activité physique ne reste pas un soin auquel on se soumet dans le cadre d'une prise en charge mais qu'elle devienne une pratique autodéterminée qui prenne du sens pour elle-même. Ce déplacement suppose une suite d'ajustements régulés par l'engagement des individus au sein d'un groupe qui est à l'origine d'un ensemble de représentations, de normes et de règles. Elle suppose que les normes de pratique physique trouvent simultanément des significations sociales (qui supposent un partage comme le montre bien Becker) et un sens dans la vie quotidienne des individus.

Dans leur étude de l'activité physique un an après le traitement du cancer du sein auprès de 23 femmes âgées de 30 à 84 ans, Mino et Lefevre (2016) distinguent quatre profils de normativité dans le rapport à l'activité physique : le profil « convaincu » de l'intérêt de l'activité physique, qui pratique en conséquence, un profil « contraint » dont les normes de vie sont opposées à une pratique, un profil « autonome » affirmant ses choix et ses valeurs et un profil « ignorant » pour lequel l'activité physique n'a aucun rapport avec le cancer. Les auteurs soulignent l'importance de « connaître et prendre en compte le profil de normativité, les valeurs et les trajectoires biographiques des personnes ». Ils concluent que « l'un des enjeux pour les professionnels de l'éducation thérapeutique est, en lien avec les autres professionnels, de mieux connaître, laisser la place, prendre en compte et soutenir la normativité et l'expression des valeurs des personnes, les conditions de santé et de vie qui, de manière singulière, font obstacle ou facilitent une activité physique régulière ».

Outre les difficultés liées aux inégalités sociales en matière de pratique physique et sportive, le processus d'engagement dans une pratique physique de malades chroniques présente la particularité de rendre de plus en plus saillante la baisse des capacités physiques dans les phases aiguës de l'évolution de la maladie. Les travaux d'Amélie Fuchs (2014) mettent bien en évidence la façon dont la pratique des personnes atteintes de mucoviscidose se transforme à certaines étapes en double épreuve : celle de leur respiration et celle de leur performance. L'enquête qualitative qu'elle a menée articule une observation participante avec 35 entretiens semi-directifs de sportifs atteints de mucoviscidose qui permettent de repérer des relations évolutives entre

trajectoire de mucoviscidose et carrière sportive répondant à des logiques de contrôle de son identité, de contrôle de la trajectoire, de relance de ses intérêts initiaux pour le sport... Alternent ainsi des phases de conversion, de consolidation de l'engagement malgré l'annonce de l'évolution de la maladie, de reconversion en phase de dégradation inéluctable de la santé, de reprise (*come-back* après la transplantation) (Fuchs et coll., 2014).

Ces travaux mettent en lumière que l'engagement dans une activité physique ne s'inscrit pas dans la seule injonction thérapeutique, ni dans l'orientation vers une association. Mais il s'appuie sur un rapport au corps renouvelé rendu possible par l'expérience prolongée dans les dispositifs éducatifs en APA, dont l'approche collective s'appuie sur un renforcement des liens sociaux et un enrichissement du tissu relationnel sans lesquels tout engagement reste fragile.

Normalisation d'une pratique adaptée et logique de « l'entre soi »

L'étude de terrain réalisée dans des réseaux diabète du Nord de la France met en lumière que certaines fragilités psychologiques (méséstime de soi, dépression...) et sociales (précarité, stigmates corporels...) peuvent conduire les patients à éviter des situations sociales ordinaires ou conventionnelles et à se replier sur l'espace domestique (Perrin, 2008b ; Chantelat et Perrin, 2009). En ce sens, le suivi des séances d'APA constitue un prétexte pour recréer du lien social et, plus précisément, devient l'occasion d'échanger des « ficelles » sur la gestion du traitement médicamenteux et diététique et de construire une sociabilité de l'entre-soi qui protège du regard stigmatisant d'autrui. Les patients ont en particulier la crainte des sanctions sociales liées à l'exposition d'un corps non conforme aux canons de beauté et de santé en vigueur (« être en forme » au double sens du terme) (Perrin, 2008b ; Chantelat et Perrin, 2009).

Ainsi, le contexte singulier de l'activité physique adaptée dans l'univers des réseaux de santé offre la possibilité d'intégrer un groupe auto-protecteur pour accéder à une vie sociale vécue comme non stigmatisante. Les personnes qui intègrent ces groupes ne se sentent pas prêtes pour intégrer un groupe associatif ordinaire.

Espace des formes et des logiques d'intervention professionnelle

Les travaux de Perrin (2008, 2013 et 2016) distinguent les modalités d'intervention en activité physique dans un espace à deux dimensions (figure 2.1). La première dimension, verticale sur la figure, est celle des formes de mise

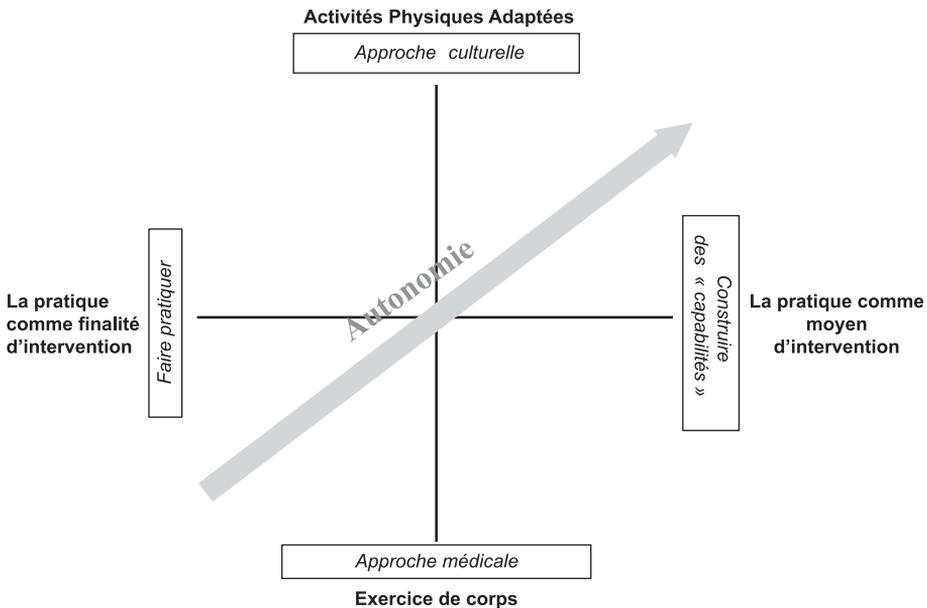


Figure 2.1 : Modalités d'intervention en activité physique et ses différentes finalités (d'après Perrin, 2016)

en jeu du corps. Elle oppose une approche réduisant l'activité physique à un « exercice du corps » (par exemple, marcher 20 mn sur un tapis de marche) à une approche culturelle des activités physiques adaptées (par exemple faire une randonnée avec tous les éléments de culture qu'elle peut intégrer : chaussage et vêtements appropriés, conditions d'hydratation et de restauration, convivialité, projet de découverte culturelle, de contemplation du paysage...). La seconde dimension, horizontale sur la figure, est celle des logiques de l'intervention. Elle oppose une activité de travail qui fait de la pratique physique une finalité en soi (par exemple faire un nombre de pas à une certaine allure) à une activité de travail qui utilise des APA comme moyen pour développer non seulement des aptitudes mais des compétences (par exemple développer son aptitude à l'effort tout en apprenant à ressentir et repérer différentes intensités d'effort pour gérer son engagement physique avec un diabète) (Perrin, 2016).

S'il est utile pour clarifier l'analyse d'aborder chaque axe de façon distincte, penser ensemble ces deux axes permet de distinguer des modalités d'intervention professionnelle. Le cœur de métier des professions paramédicales se situe logiquement du côté d'une activité physique-exercice à visée de rééducation, l'effort physique ou la mobilisation du corps répondant à une finalité d'exercice. Les intervenants en APS (éducateurs sportifs et enseignants

en APA) se situent du côté de l'approche culturelle en visant une participation sociale pérenne aux loisirs actifs.

Éducateurs sportifs et enseignants en APA se différencient par leur expertise et l'objectif de leur intervention. La pratique d'une APS étant la finalité de l'intervention des éducateurs Sport-Santé, leur territoire se situe à gauche de l'axe horizontal. Le plus souvent spécialisée dans une pratique sportive, leur intervention est construite à partir de cette APS pour viser une amélioration technique ou de performance, les bénéfices résultant naturellement de la mise en jeu du corps. Les formations courtes complémentaires à la formation initiale sont essentiellement centrées sur une connaissance minimum des pathologies, sur des questions de sécurité dans la pratique, d'usage d'outils et d'accueil des pratiquants. L'enseignant en APA dispose d'une formation universitaire pluridisciplinaire qui lui permet d'évaluer, à partir d'une maîtrise des données scientifiques, les ressources et les besoins de la personne pour co-construire avec elle un projet au sein duquel il met en place des situations d'enseignement : l'activité est donc pour lui un moyen et pas seulement une fin. Son territoire se situe ainsi du côté du développement de capacités (à droite sur l'axe horizontal).

Rappelons que l'APA est née dans la continuité des mouvements de revendication des personnes handicapées aux États-Unis et en Angleterre dans les années 1970-1990, eux-mêmes en lien avec les mouvements féministes, ethniques et gay, revendiquant le droit à la différence et l'égalité d'accès aux pratiques sociales (Winance et Ravaud, 2011). Les pratiques professionnelles de l'APA se sont structurées à partir d'une déconstruction de la situation de handicap et du Processus de Production du Handicap (PPH) (Fougeyrollas, 1997) pour créer les conditions de développement et d'émancipation des personnes atteintes d'une maladie et/ou d'une déficience à partir de leurs propres projets (Perrin, 2016, p. 148).

« C'est bien la nature des transactions (Hughes, 1996) entre les malades chroniques qui se confrontent à l'expérience de l'activité physique et l'intervenant professionnel, qui distingue les professionnels entre eux []. S'agit-il d'aligner le patient sur une norme d'exercice qui s'impose de manière descendante, ou de l'amener à construire de nouvelles normes de relation avec son corps et avec le monde, pour lui permettre d'entrer en mouvement dans des situations qui ont du sens pour lui ? » (Perrin, 2016). Ce questionnement fait écho aux analyses de Canguilhem (1968) sur la normativité, soulignant que c'est parce que l'homme peut inventer son propre monde qu'il va chercher à s'y adapter.

Quand elle participe à des visées de réadaptation (cardiaque, respiratoire) ou de reconditionnement physique, l'intervention en activité physique est positionnée dans une approche pluridisciplinaire faisant intervenir de façon complémentaire les professionnels de santé paramédicaux avec les enseignants en APA, avec un objectif d'intervention directe sur la condition physique des malades chroniques *via* la programmation d'exercices et d'APA. Mais l'enjeu de l'intervention en activité physique pour les malades chroniques, est qu'une pratique puisse s'inscrire dans la longue durée, celle de la vie avec la maladie. Pour reprendre la réflexion sur les parcours, si l'intervention en activité physique est initiée par une prescription dans le parcours de soins, il est important de penser les articulations avec le parcours de santé et finalement avec le parcours de vie, en appréhendant la personne dans son environnement : famille, entourage, vie scolaire ou professionnelle, logement et vie de quartier... la nature de la transaction entre l'enseignant en APA et le bénéficiaire est alors fondamentale pour permettre le développement de son autonomie et son engagement dans l'élaboration d'un projet personnel de pratique physique, adapté et autodéterminé. L'intervention en APA ne cherche alors pas tant à agir sur la condition physique qu'à créer les conditions de possibilité pour que les bénéfices de l'APA puissent vraiment s'exprimer et surtout être maintenus, ce qui suppose une régularité de la pratique de l'APA mais aussi une réduction des pratiques sédentaires. Il s'agit d'une intervention d'enseignement qui suppose une durée minimale.

La prescription prend deux colorations très différentes selon qu'elle est associée à une orientation du patient : 1) vers un programme médical (SSR, centre médico-sportif, clubs cœur et santé...) qui le soumet à un exercice destiné à réadapter son organisme à l'effort, et lui propose de poursuivre seul en s'auto-imposant l'exercice régulièrement ; 2) vers des clubs ou des associations de loisirs qui organisent des pratiques de forme et d'entretien corporel, auxquelles le patient est plus ou moins prêt à participer selon son expérience préalable des activités physiques et du rapport qu'il entretient avec son corps. Conçu dans une approche éducative, l'engagement est pensé 3) en termes de programme d'activité physique et valorise l'autocontrôle de ses habitudes de vie et l'auto-injonction à répéter seul(e) les exercices programmés, ou au contraire ; 4) en termes de développement de capacités et d'expression de soi dans le cadre de pratiques culturelles pérennes permettant participation sociale et expression individuelle et collective.

Ces quatre logiques d'intervention ne s'excluent pas les unes les autres. Elles constituent des réponses à des problèmes différents et peuvent éventuellement se succéder en fonction de l'évolution de la maladie, mais surtout du

développement des ressources bio-psycho-sociales des personnes vivant avec une maladie chronique.

Conclusion

L'émergence de nouvelles pratiques d'intervention en APA dans les réseaux diabète vers la fin des années 1990 a été suivie d'une reconfiguration de ces formes de pratique dans le monde médical. D'une mise en exercice pour agir directement sur l'état de santé, il s'est agi de jouer sur les ressorts éducatifs de façon à déclencher une pratique physique durable. Les logiques d'intervention qui transparaissent dans cette revue de littérature se caractérisent par une grande variabilité en fonction des organisations dans lesquelles elles s'exercent (établissements de santé, réseaux de santé, organisations sportives, associations de patients, organisations privées commerciales...), en fonction des niveaux d'échelle de l'intervention (échelle de l'État, politiques territoriales, collectivités locales) et en fonction des groupes professionnels impliqués, coordonnés ou non entre eux. D'une mise en exercice des malades chroniques sur prescription médicale, l'intervention peut également consister à mettre en place des dispositifs éducatifs favorisant les échanges, la compréhension partagée des situations de vie, et passer par un travail d'entrée en projet visant à infléchir ses propres habitudes dans une perspective qui prend du sens pour la personne. Transformer le patient en sujet auto-réflexif à même de construire de nouvelles normes de vie permettant de « vivre en santé avec une maladie chronique » (Perrin, 2014). Ces interventions relèvent de la transmission de « technologies de soi », en ce qu'elles « permettent aux individus d'effectuer, seuls ou avec l'aide d'autres, un certain nombre d'opérations sur leur corps et leur âme, leurs pensées, leurs conduites, leur manière d'être ; de se transformer afin d'atteindre un certain état de bonheur, de pureté, de sagesse, de perfection ou d'immortalité » (Foucault, 1982)⁶⁴. Ces technologies de soi ne relèvent pas d'une instruction mais bien d'un enseignement. Il s'agit de rompre avec les approches exclusivement cognitives en favorisant les expériences d'apprentissage corporel et moteur qui vont permettre d'augmenter son pouvoir d'action et d'interaction et soutenir l'expression de soi dans un projet individualisé, plus ou moins partagé. Les activités physiques et sportives sont alors appréhendées pour le sens qu'elles prennent pour l'individu, pour les significations sociales auxquelles elles sont historiquement et socialement rattachées et pour le lien social qu'elles favorisent. Les interventions ne se

64. Selon Foucault, l'individuation est un effet émergent des différents modes de gouvernement. L'individu apparaît alors comme ce qui est produit par le pouvoir, mais aussi ce qui résiste au pouvoir.

limitent pas à de l'encadrement d'APS, ni à une juxtaposition de temps d'exercice et de temps de réponse à des questionnaires ou d'expression dans des entretiens, mais s'appuient sur des mises en jeu du corps dans l'effort, l'action, l'interaction, l'expression qui permettent à l'individu de développer ses possibilités et d'en prendre conscience.

S'affrontent finalement deux grandes logiques dont nous avons pu étudier l'ancrage historique dans les spécialités médicales de la cardiologie et de la diabétologie. La première consiste à s'appuyer sur la recherche expérimentale pour définir la quantité et l'intensité de l'activité physique nécessaires pour un bénéfice sur la santé. Ces données définissent des situations d'entraînement auxquelles le patient est invité à se soumettre dans le cadre d'une thérapeutique non médicamenteuse. On lui apprend ainsi « par corps » l'exercice qu'il devra s'auto imposer au nom de sa santé, le patient pouvant par ailleurs se montrer avide de maîtriser les normes de durée et d'intensité. En fin de prise en charge médicale, le professionnel procède alors par délégation de responsabilité. Le malade averti et instruit « n'a plus qu'à » reproduire l'exercice régulièrement en s'appuyant ou non sur des organisations comme les clubs cœur et santé en cardiologie. Cette approche repose sur une approche fonctionnaliste du corps et sur la conception de l'homme libre de ses choix, rationnel dans ses décisions et réactif à la peur engendrée par le risque. « Cette conception socialement située de la liberté et du contrôle de soi est plus adaptée aux classes moyennes citadines prédisposées à intégrer dans la routine des activités quotidiennes les préconisations du programme d'exercice » (Génolini et Clément, 2010).

La seconde logique repose sur une inversion totale du processus qui va d'abord viser l'engagement dans une pratique d'APA initialement le plus souvent considérée comme étant improbable, avant même de penser la question de la durée et de l'intensité de l'exercice. L'importance est alors donnée au développement de capacités (Nussbaum, 2012) qui pourront être mobilisées à partir du libre arbitre de l'individu. Il ne s'agit alors pas d'animer pour faire bouger, mais d'enseigner dans le cadre de situations d'apprentissage et d'accompagner la construction d'un projet individuel en cherchant à augmenter les conditions de possibilité d'une mise en œuvre par l'individu qui se rapprocherait des recommandations : recherche par anticipation des structures d'accueil qui pourraient être appropriées, des relations support, de la gestion du temps... Cette logique demande que l'intervention se déroule dans la durée (sur plusieurs mois) pour que le processus d'engagement puisse s'enclencher (Becker, 1960 ; Perrin, 2013 et 2016 ; Fuchs et coll., 2014 ; Barth et coll., 2014 et 2015).

En réponse aux politiques publiques, les interventions se construisent dans le cadre d'organisations qui visent le plus souvent leur application, mais aussi leur contestation comme le font apparaître les travaux sur l'activité physique des personnes vivant avec le VIH, qui tiennent à s'approprier des pratiques en dehors d'objectifs médicaux (Ferez et Thomas, 2012).

On observe également l'influence et l'apport des professions. Leur influence s'inscrit dans un espace concurrentiel aux contours flous au sein duquel chaque groupe cherche à s'approprier un marché. Leur intervention dans les organisations va le plus souvent transformer l'objectif initial en s'appuyant sur les échecs et favoriser un renouvellement des pratiques et des études scientifiques en intégrant des effets de réalité, mais surtout leurs réflexions éthiques. La forme de l'organisation en réseau qui construit l'intervention dans une relation de proximité avec la vie ordinaire va ici avoir toute son importance. Mais les acteurs professionnels qui s'y engagent avec des valeurs qui privilégient le « *care* » sur le « *cure* » vont également peser sur les logiques d'intervention.

Dans le cadre de cette analyse, le concept d'écologie a été saisi dans un sens méthodologique. Il s'agit, comme le préconise Bruno Milly (2012) de souligner l'importance d'analyser ensemble, sans les considérer comme hiérarchisées et stabilisées, les interactions entre institutions, organisations et professions, dans une configuration d'interdépendances relativement souple. Les variations des logiques d'intervention en activité physique auprès des malades chroniques se manifestent selon les façons dont les différents acteurs individuels s'emparent ou non de chacune des formes étudiées (institution-profession-organisation).

L'intervention sur le « bouger » en prévention tertiaire apparaît ici dans ses dimensions sociales qui remettent en question les conditionnements spatio-temporels organisant la place et la surveillance des corps dans l'espace social. « Ainsi, au travail, à l'école, on apprend à rester assis à son bureau, on utilise les ascenseurs, on utilise les moyens de transports dans leur continuité, on apprend à rester tranquille. Exiger d'une population ou d'un groupe populationnel qu'il bouge, c'est déranger les règles de l'usage social des corps et de leur mobilité dans des espaces organisés et contraints autour d'un mouvement minimal des corps au travail. » (Tourette-Turgis, 2013). Ce « dérangement de l'usage social des corps » est accentué par la confrontation à la maladie chronique et aux effets du vieillissement. Les deux types d'injonction souvent liées (mieux manger-bouger plus) correspondent finalement à « deux espaces privés à influencer : le corps digestif et le corps de la mobilité, qui diffèrent à la fois dans les représentations, les croyances et l'imaginaire social » (Tourette-Turgis, 2013). Or toutes les interventions n'assument pas le fait qu'elles s'immiscent dans l'espace privé et qu'elles courent le risque de devenir des

entreprises « moralisatrices » (Peterson et Lupton, 1996 ; Lecorps et Paturet, 1999 ; Dozon et Fassin, 2001 ; Berlivet, 2004 ; Fassin et Memmi, 2004). L'intervention au nom de la santé publique « ne se présente plus sous la seule forme d'une entreprise "scientifique" justifiée par des évidences épidémiologiques ; elle devient une entreprise d'acculturation dont le mandat est de promouvoir des valeurs véhiculées par une "culture sanitaire" » (Massé, 2003). Les enjeux éthiques émergent à la frontière, toujours à redéfinir, entre informer et persuader, convaincre et contraindre (Massé, 2003), mettre en exercice ou créer les conditions pour que l'individu se mette en mouvement (Perrin, 2013).

Les interventions décrites dans le cadre de notre revue de littérature semblent faire abstraction des questions éthiques, excepté dans le cadre des conflits de juridiction qui engagent les groupes professionnels. Il serait important d'étudier l'intervention en activité physique en tant qu'entreprise normative, d'en penser les enjeux éthiques, les critères à partir desquels « vouloir le bien du patient » peut devenir une entreprise moralisatrice (Massé, 2003). La réflexion éthique s'inscrit dans une dialectique entre interventionnisme bienveillant et responsabilisation citoyenne, entre paternalisme étatique protecteur et solidarité citoyenne, entre devoir d'intervention et respect du libre arbitre de la population, entre développement de la condition physique et émancipation individuelle.

RÉFÉRENCES

- Abbott A. *The system of professions. An essay on the division of expert labor*. Chicago : Chicago University Press, 1988.
- Abbott A. Écologies liées. À propos du système des professions. In : Menger PM, ed. *Les professions et leurs sociologues. Modèles théoriques, catégorisations, évolutions*. Paris : Éditions de l'EHESS, 2003 : 19-50.
- Amstrong D. Origins of the problem of health-related behaviours: a genealogical study. *Soc Stud Sci* 2009 ; 39 : 909-26.
- Bergeron H, Castel P. *Sociologie politique de la santé*. Paris : PUF, Coll. Quadrige, 2014.
- Bernardeau-Moreau D, Collinet C. *Les éducateurs sportifs en France depuis 1945*. Rennes (France) : PUR, 2009.
- Bize R. *Promotion de l'activité physique au cabinet médical : manuel de référence à l'intention des médecins*. Polyclinique médicale universitaire, Office fédéral du sport, Collège

de médecine de premier recours, Ligue vaudoise contre les maladies cardiovasculaires. Lausanne, 2009 : 44 p.

Bloy G, Schweyer F. *Singuliers généralistes – Sociologie de la médecine générale*. Rennes : Presses de l'EHESP, 2010.

Bloy G. Échec des messages préventifs et gouvernement des conduites en médecine générale. *Sci Soc Santé* 2015 ; 34 : 41-66.

Bloy G, Moussard Philippon L, Rigal L. Les médecins généralistes et le conseil en activité physique : des évidences aux contingences de la consultation. *Santé Publique* 2016 ; 28 : 153-61.

Boitard A. *Approche socio-économique du sport santé en Champagne-Ardenne. Nature, mesures et évaluation*. Master 2 de recherche en sciences sociales en sciences économiques et sociales (sous la direction de G. Rasselet). Reims : Université de Reims, 2007.

Boursier C, Seguillon D, Benoit H. De la recherche en activité physique adaptée au terrain : perspectives internationales. *Nouvelle Revue de l'Adaptation et de la Scolarisation* 2012 ; 58 : 5-12.

Canguilhem G. *Le normal et le pathologique. Études d'histoire et de philosophie des sciences*. Collection *Quadrige*. Paris : PUF, 1968.

Cazal J, Genolini J. Apprendre l'hygiène de vie après un accident cardiaque. La figure contractuelle de l'« auto-soignant ». *Sociologie* 2015 ; 3 : 241-62.

Cazal J, Genolini J. Prévenir le risque cardiovasculaire : le travail éducatif au cœur du dépistage. *Sci Soc Santé* 2013 ; 31 : 5-30.

Chantelat P, Perrin C. Les éducateurs médico-sportifs : une activité émergente inscrite dans le monde médical. In : Demazières D, Gadea C, eds. *Sociologie des groupes professionnels. Acquis récents et nouveaux défis*. Paris : La Découverte, 2009 : 252-62.

Collinet C, Schut P. Les modes de prise en charge du public dans la prévention du vieillissement par les activités physiques au niveau local. *Santé publique* 2016 ; 28 : 41-9.

Collinet C, Delalandre M. Physical and sports activities, and healthy and active ageing: establishing a frame of reference for publication. *Int Rev Sociology Sport* 2015 ; 14 : 1-14.

Collinet C, Delalandre M. L'injonction au bien-être dans les programmes de prévention du vieillissement. *Année Sociologique* 2014 ; 64 : 445-67.

Collinet C, Schut P, Jeremy P, et al. L'articulation des temporalités dans les politiques de prévention du vieillissement. *Temporalités* 2014 [mis en ligne le 25 juin 2014, consulté le 8 juillet 2014] <http://temporalites.revues.org/2696>

Darmon M. La notion de carrière : un instrument interactionniste d'objectivation. *Politix* 2008 ; 82 : 149-67.

Defrance J. La naissance de l'éducation physique : entre médecine et enseignement. *Société et Représentations* 1998 ; 7 : 449-63.

Defrance J, El Boujjoufi T. Construction sociale d'une compétence médico-sportive, entre holisme et spécialisation. *Regards Sociologiques* 2004 ; 29 : 75-93.

Defrance J. Notes de lecture. *Sci Soc Sport* 2009 ; 1 : 201-5.

Dessus P. Qu'est-ce que l'enseignement ? Quelques conditions nécessaires et suffisantes de cette activité. *Revue Française de Pédagogie* 2008 ; 164 : 139-58.

Dodier N. *Leçons politiques de l'épidémie de sida*. Paris : EHESS, 2003 : 359 p.

Dozon JP, Fassin D. *Critique de la santé publique. Une approche anthropologique*. Paris : Balland, 2001.

Duval E, Ferez S, Thomas J, et al. La construction de la valorisation de l'activité physique : le rôle des associations VIH. *Santé publique* 2016 ; 28 : 91-9.

Elias N. *La civilisation des mœurs*. Collection Pocket Agora. Paris : Calmann-Lévy, 2000 [1939] ; Id., *La dynamique de l'Occident*. Collection Pocket Agora. Paris : Calmann-Lévy, 1996 [1939].

Engstrom L. Who is physically active? Cultural capital and sports participation from adolescence to middle age, a 38-year follow-up study. *Physical Education Sport Pedagogy* 2008 ; 13 : 319-43.

Fassin D, Memmi D. *Le gouvernement des corps*. Paris : EHESS, 2004 : 266 p.

Favier-Ambrosini B. Socio-histoire du lien entre activité physique et prévention de la santé de 1960 à 1980. *Santé publique* 2016 ; 28 : 15-24.

Ferrand C, Perrin C, Nasarre S. Motives for regular physical activity in women and men: a qualitative study in French adults with type 2 diabetes, belonging to a patient's association. *Health Soc Care Community* 2008 ; 16 : 1365-2524.

Ferez S, Thomas J. *Sport et VIH, un corps sous contrainte médicale*. Paris : Tétraèdre, 2012.

Ferez S, Ruffie S. *Le corps de la honte. Sociohistoire de la prise en charge du VIH/sida en Guadeloupe*. Nancy : PUN, 2015.

Fillaut T. *Quand la santé publique s'affiche : 1945-1995, 50 ans, 50 affiches*. Rennes : ENSP, 1995.

Fleuriel S, Salle L. Entre sport et médecine : de la formation à la pratique médicale. *Sci Soc Santé* 2009 ; 27 : 73-98.

Foucault M. *Les techniques de soi* [5 oct. 1982], Dits et écrits, t. IV, Paris : Gallimard, 1994 : 786 p.

Freidson E. *Professionalism reborn, policy and prophecy*. Cambridge : Cambridge University Press, 1994.

Frenk J, Bobadilla J, Stern C, et al. Elements for a theory of the health transition. *Health Transition Review* 1991 ; 1 : 21-38.

Fuchs A, Perrin C, Ohl F. Using sport to cope with cystic fibrosis. *Society Leisure* 2014 ; 37 : 189-204.

Gaubert C. *Le sens des limites : structuration du corps des masseurs-kinésithérapeutes, définition sociale de leur compétence et imposition scolaire de la domination médicale*. Thèse de sociologie. Paris : EHESS, 2006.

Gasparini W. *L'intégration par le sport ? Sociétés contemporaines*. Paris : Presses de Sciences Po, 2008 : 70 p.

Gasparini W, Knobe S. *Sport/santé sur ordonnance. La prescription médicale d'activité physique à Strasbourg : analyse qualitative du rapport à la pratique des patients*. Strasbourg : Rapport pour l'agence régionale de santé d'Alsace, 2013.

Gasparini W, Knobé S, Didierjean R. Physical activity on medical prescription: a qualitative study of factors influencing take-up and adherence in chronically ill patients. *Health Educ J* 2014 ; online 25 novembre 2014 : 1-12.

Gasparini W, Knobé S. Sport sur ordonnance : l'expérience strasbourgeoise sous l'œil des sociologues. *Informations Sociales* 2015, 187 : 47-53.

Génolini J, Clement J. Lutter contre la sédentarité : l'incorporation d'une nouvelle morale de l'effort. *Sci Soc Sport* 2010 ; 3 : 133-56.

Génolini J, Roca R, Rolland C, et al. L'éducation du patient en médecine générale : une activité périphérique ou spécifique de la relation de soin ? *Sci Soc Santé* 2011 ; 29 : 81-122.

Génolini JP, Casal J, Nackaerts-Jacolin M, et al. Dispositifs et dispositions, la transformation des pratiques alimentaires et physiques en éducation pour la santé : le cas de l'obésité et des maladies cardiovasculaires. *Global Health Promotion* 2013 ; 20 : 54-9.

Gerin C, Guillemot P, Bayat M, et al. Enquête après des médecins généralistes sur leur expérience et leur avis en matière de prescription d'activité physique. *Science Sports* 2015 ; 30 : 66-73.

Ginsbourger T, Terral P. Dynamiques d'humanisation puis de managérialisation d'un projet d'activité physique sur un site de lutte contre le cancer. *Sociologies* 2014 [En ligne] (<http://sociologies.revues.org/4790>).

Ginsbourger T. *Exister dans le monde de la santé. Sociologie des jeux de savoir et de pouvoir des experts. Activité Physique et cancers en France*. Thèse. Toulouse : Université Paul Sabatier-Toulouse 3, 2015.

Goffman E. *Asiles. Étude sur la condition sociale des malades mentaux et autres reclus*. Collection *Le sens commun*. Paris : Éditions de Minuit, 1968.

Goffman E. *Stigmates. Les usages sociaux des handicaps*. Collection *Le sens commun*. Paris : Éditions de Minuit, 1975.

Greene J. *Prescribing by numbers: drugs and the definition of disease*. Baltimore : The Johns Hopkins University Press, 2007.

Guilbert P, Baudier F. Sport et activité physique. In : Arènes J, Baudier F, eds. *Baromètre santé jeunes 97/98* Paris : CFES, 1998 : 101-15.

Guiraud T, Darolles Y, Sanguignol M, et al. Quid des enseignants en activité physique adaptée dans les établissements de soins de suite et de réadaptation en 2013. Disponible sur <http://dx.doi.org/10.1016/j.scispo.2013.06.002>

Haute Autorité de santé (HAS). Développement de la prescription de thérapeutiques non médicamenteuses validées. HAS, 2011 : 94 p.

Heath G, Leonard B, Wilson R, *et al.* Community-based intervention: Zuni diabetes project. *Diab Care* 1987 ; 10 : 579-83.

Hebert E, Caughy M, Shuval K. Primary care providers' perceptions of physical activity counselling in a clinical setting: a systematic review. *Br J Sports Med* 2012 ; 46 : 625-31.

Henaff-Pineau P. Le médecin généraliste, promoteur d'activités physiques et sportives pour les personnes âgées ? *Retraite et Société* 2014 ; 67 : 131-55.

Henaff-Pineau P. Vieillesse et pratiques sportives : entre modération et intensification. *Lien Social et Politiques* 2009 ; 62 : 71-83.

Honta M, Haschar-Noe N. Les politiques préventives de santé publique à l'épreuve de la territorialisation : l'introuvable gouvernance régionale du Programme national nutrition santé en Aquitaine. *Sci Soc Santé* 2011 ; 4 : 31-62.

Honta M. The state and management of partnership arrangements in France. An analysis of the implementation of the sport, health and well-being plan. *Int J Sport Policy Politics* 2016 ; 8 : 577-91.

Honta M, Basson JC, Sallé L. The fight against physical inactivity at the local level: urban governance and fragile partnerships. The case of the city of Bordeaux (France). *J Sport Health* 2015 ; 6 : 7-17.

Hughes EC. *Le regard sociologique. Essais choisis*. Paris : EHESS, 1996.

Hughes EC. *Men and their work*. London : The Free Press of Glencoe, Collier-Macmillan Limited, 1958 : 184 p.

Inserm. *Activité physique. Contextes et effets sur la santé*. Collection *Expertise collective*. Paris : Éditions Inserm, 2008 : 812 p.

Jabot F, Demeulemeester R. Les interactions entre les niveaux national, régional, et infrarégional dans les programmes en santé publique. *Santé Publique* 2005 ; 5 : 597-606.

Jorland G. *Une société à soigner : hygiène et salubrité en France au XIX^e siècle*. Paris : Gallimard, 2010.

Joy E, Blair S, McBride P, *et al.* Physical activity counselling in sports medicine: a call to action. *Br J Sports Med* 2013 ; 47 : 49-53.

Jorgensen T, Nordentoft M, Krogh J. How do general practitioners in Denmark promote physical activity? *Scand J Prim Health Care* 2012 ; 30 : 141-6.

Keating P, Cambrosio A. Biomédecine, science et technologie : avancées et nouvelles approches conceptuelles. In : Fantini B, Lambrichs L, eds. *Histoire de la pensée médicale contemporaine : évolutions, découvertes, controverses*. Paris : Seuil, 2014 : 139-155, p. 152.

Koivisto V, Yki-Jarvinen H, Defronzo R. Physical training and physical activity. *Diab Metab Rev* 1986 ; 1 : 445-81.

Labarthe G. Les consultations et visites des médecins généralistes : un essai de typologie. *Études et Résultats* 2004, 315 : 1-11.

Labruyere C. Professionnalisation : de quoi parlent les chercheurs, que cherchent les acteurs ? *Formation Emploi* 2000 ; 70 : 31-41.

Leclercq A. *Le sport au service de la vie sociale. Avis et Rapports du Conseil Économique et Social sur le rapport présenté par M. André Leclercq au nom de la section du cadre de vie.* Paris : Conseil Économique et Social, 2007 : 162 p.

Lecorps P, Paturet J. *Santé publique : du biopouvoir à la démocratie.* Rennes : ENSP, 1999.

Lefebvre B, Perrin C, Camy J. L'émergence d'un nouveau territoire professionnel de l'activité physique dans le secteur sanitaire et social. Le cas des coordonnateurs en activité physique adaptée et santé dans les Réppop (réseaux de prévention et de prise en charge de l'obésité en pédiatrie). *Revue Européenne de Management du Sport* 2012 ; 35 : 44-57.

Lefevre B, Thiery P. Les premiers résultats de l'enquête 2010 sur les pratiques physiques et sportives en France. *Stat-Info* 2010 ; 10 : 1-4.

Lefevre B, Thiery P. Les principales activités physiques et sportives pratiquées en France en 2010. *Stat-Info* 2011 ; 11 : 1-6.

Levy M, Loy L, Zatz L. Policy approach to nutrition and physical activity education in health care professional training. *Am J Clin Nutr* 2014 ; 99 : 1194S-201S.

Macron A. *La profession de masseur-kinésithérapeute instituée par la loi n° 46-857 du 30 avril 1946 : genèse et évolution d'une profession de santé réglementée.* Thèse en Droit et Science politique : Université de Montpellier, 17 octobre 2015.

Manson J, Rimm E, Stampferm J, *et al.* Physical activity and incidence of non-insulin-dependant diabetes mellitus in women. *Lancet* 1991 : 338 : 774-8.

Marcellini A, Fortier V. L'obésité en question. Analyse transdisciplinaire d'une épidémie. Collection *À la croisée des regards.* LEH Éditions 2014 : 248 p.

Marcellini A, Perera E, Rodhain A, *et al.* Rapport au corps et engagement dans les activités physiques chez les personnes en situation d'obésité. *Santé Publique* 2016 ; 28 : 117-25.

Marsault C. Sport sur ordonnance, une mise à distance de la médecine : le dispositif strasbourgeois vu par ses éducateurs. *Santé Publique* 2016 ; 28 : 163-7.

Marsault C. Le sport-santé, un objet médical, social ou sportif ? Le dispositif strasbourgeois « sport-santé sur ordonnance » comme objet politique transversal. *Sci Soc Sport* 2017 ; 10 : 21-49.

Masse R. *Éthique et santé publique. Enjeux, valeurs et normativité.* Québec : Presses de l'Université de Laval, 2003 ; 414 p.

Merlaud F, Terral P. Lutte contre l'obésité par l'activité physique et fondements du consensus fragile entre experts. *Santé Publique* 2016 ; 28 : 33-40.

Merlaud F, Terral P. L'activité physique pour la prévention et la prise en charge de l'obésité : une thérapeutique consensuelle dissimulant des controverses entre

différentes visions du monde. In : Collinet C, Terral P, eds. *Sports et controverses*. Paris : Éditions des Archives Contemporaines, 2013.

Merlaud F, Terral P, Haschar-Noe N. S'engager dans la lutte contre l'obésité et la sédentarité en France. La construction d'une expertise hybride et située par les réseaux associatifs de prévention et de soins. *Socio-logos* 2012 ; 7 (mis en ligne le 12 novembre 2012, <http://socio-logos.revues.org/2691>).

Mignon P. Sport et santé : la construction d'un problème social. *Sociologie Santé* 2007 ; 26 : 203-25.

Milly B. *Le travail dans le secteur public. Entre institutions, organisations et professions*. Collection *Didact sociologie*. Rennes : Presses Universitaires de Rennes, 2012 : 232 p.

Mino J, Lefevre C. Mieux comprendre l'expérience de l'activité physique après un cancer grâce à la philosophie de la santé. *Santé Publique* 2016 ; 28 : 101-7.

Monnet J. *Emergence de la kinésithérapie en France à la fin du XIX^e et au début du XX^e siècle : une spécialité médicale impossible. Genèse, acteurs et intérêts de 1880 à 1914*. Thèse pour le doctorat de sociologie, Université de Paris 1, juin 2003.

Moussard-Philippon L. *Le médecin généraliste et le conseil en activité physique*. Thèse, Faculté de médecine Paris Descartes. 2013 ; 150 p.

Omran A. The epidemiological transition: a theory of the epidemiology of population change. *Milbank Memorial Fund Quaterly* 1971 ; 49 : 509-38.

Organisation mondiale de la santé (OMS). *Des soins novateurs pour les affections chroniques : éléments constitutifs : rapport mondial*. Genève : OMS, 2003 : 106 p.

Osty F. Sociologie des professions et des métiers. In : Alter N, ed. *Sociologie du monde du travail*. Paris : PUF, 2006 : 61-79.

Osty F. *Le désir de métier*. Rennes : PUR, 2003 : 248 p.

Paffenbarger R, Hyde R, Wing A, et al. The association of changes in physical activity level and other lifestyle characteristics with mortality among men. *N Engl J Med* 1993 ; 328 : 538-45.

Peretti-Watel P, Moatti JP. *Le principe de prévention. Le culte de la santé et ses dérives*. Collection La République des idées. Paris : Seuil, 2009 : 104 p.

Perrin C, Perrier C. La « couleur de l'Afdet » : parcours d'une association, parcours de l'éducation thérapeutique en France. *Santé Éducation* 2017 ; 1 : 3-6.

Perrin C. Construction du territoire professionnel de l'enseignant en APA dans le monde médical, *Santé Publique* 2016 ; 28 : 143-51.

Perrin C. Pour aller plus loin – Obésité et logiques d'intervention : entre institutions, organisations et professions. In : Marcellini A, Fortier V, eds. *L'obésité en question. Analyse transdisciplinaire d'une épidémie*. Bordeaux : Éditions Les Études Hospitalières, 2014 : 223-37.

Perrin C. Exercice du patient ou mouvement de la personne malade ? L'introduction de l'APA dans le secteur médical confrontée à la valeur d'autonomie. In : Andrieu B, ed. *Éthique du sport*. Lausanne : Éditions L'Âge d'Homme, 2013 : 328-39.

Perrin C, Champely S, Chantelat P, *et al.* Adapted physical activity and patient education in the French diabetes networks. *Santé Publique* 2008a ; 20 : 213-23.

Perrin C. *Contribution à l'étude des nouvelles dynamiques professionnelles autour de l'activité physique pour la santé.* Note de synthèse pour l'obtention de l'habilitation à diriger des recherches soutenue à l'Université Claude Bernard Lyon 1, le 10 décembre 2008b, 182 p.

Perrin C. L'activité physique : une affaire de goûts ? *La Santé de l'Homme* 2007 ; 387 : 28-30.

Perrin C, Chantelat P. *Les éducateurs médico-sportifs dans les réseaux Diabète : nouveaux emplois, nouvelle profession ?* Communication orale au III^e congrès de l'Association Française de Sociologie (AFS), Université de Bordeaux, 2006.

Perrin C, Ferron C, Gueguen R, *et al.* Lifestyle patterns concerning sports and physical activity, and perceptions of health. *Sozial Präventivmedizin* 2002 ; 47 : 162-71.

Persson T. Social capital and social responsibility in Denmark. *Int Rev Sociology Sport* 2008 ; 43 : 35-51.

Petersen A, Lupton D. *The new public health. Health and self in the age of risk.* Thousand Oaks : Sage Publications, 1996 : 208 p.

Phillips E, Kennedy M. The exercise prescription: a tool to improve physical activity. *PMR* 2012 ; 4 : 818-25.

Pinell P. *Naissance d'un fléau.* Paris : Éditions Métailié, 1992.

Pociello C. Entre le social et le vital, l'éducation physique sous tensions (XVIII^e-XX^e siècle). Grenoble : PUG, 2004 : 11-24.

Prevot-Ledrich J, Van Hoye A, Lombrail P, *et al.* Panorama des politiques publiques françaises de promotion de l'activité physique bénéfique pour la santé. *Santé Publique* 2016 ; HS1 : 25-31.

Queval I. Éducation, santé, performance, à l'ère de la perfectibilité infinie du corps. *Carrefours de l'Éducation* 2011 ; 32 : 17-30.

Queval I. *S'accomplir ou se dépasser, essai sur le sport contemporain.* Paris : Gallimard, 2004 : 342 p.

Radel A. *50 ans de campagnes d'éducation pour la santé : l'exemple de la lutte contre la sédentarité et de la promotion des modes de vie actifs (1960-2010).* Thèse, Université Toulouse 3, 22 octobre 2012.

Radel A, Morales Y. Une éducation sanitaire « par corps ». Analyse de deux campagnes de lutte contre la sédentarité (1980 et 2001-2012). *Carrefours de l'Éducation*, 2013 ; 35 : 217-34.

Rauch A. Le sport nous rend-il addictifs à des normes de santé ? *Face à Face* 2011 ; 11 (<http://faceaface.revues.org/>).

Regnier F, Masullo A. Obésité, goûts et consommation. Intégration des normes d'alimentation et appartenance sociale. *Revue Française de Sociologie* 2009 ; 50 : 744-73.

Robelet M, Serré M, Bourgueil Y. La coordination dans les réseaux de santé : entre logiques gestionnaires et dynamiques professionnelles. *Revue Française des Affaires Sociales* 2005 ; 1 : 234.

Safai P. A critical analysis of the development of sport medicine in Canada, 1955-80. *Int Rev Soc Sport* 2007 ; 42 : 321-41.

Schweyer F. Entre sport et médecine, la santé publique ? Commentaire. *Sci Soc Santé* 2009 ; 27 : 99-110.

Schiovitz-Ezra S, Litwin H. Social network type and health-related behaviors: evidence from an American national survey. *Soc Sci Med* 2012 ; 75 : 901-4.

Simard C, Caron F, Skrotzky K. *Activité physique adaptée*. Boucherville : Gaëtan Morin éditeur, 1987.

Sorensen J, Sorensen JB, Skovgaard T, *et al.* Exercise on prescription: changes in physical activity and health-related quality of life in five Danish programmes. *Eur J Public Health* 2011 ; 21 : 56-62.

Stuji M, Stokvis R. Sport, health and the genesis of a physical activity policy in the Netherlands. *Int J Sport Policy Politics* 2015 ; 7 : 217-32.

Strauss A. La trame de la négociation, sociologie qualitative et interactionnisme. Collection *Logiques sociales*. Paris : L'Harmattan, 1992.

Swinburn B, Walter L, Arroll B, *et al.* Green prescriptions: attitudes and perceptions of general practitioners towards prescribing exercise. *Br J Gen Pract* 1997 ; 47 : 567-9.

Swinburn B, Walter L, Arroll B, *et al.* The green prescription study: a randomized controlled trial of written exercise advice provided by general practitioners. *Am J Public Health* 1998 ; 88 : 288-91.

Terret T, Perrin C. Activité physique des personnes atteintes d'un diabète en France : du rejet de la pratique à sa promotion par les associations de patients. *Stadion* 2007 ; XXXIII : 185-206.

Thomas J, Duval E, Ferez S. La perception de l'activité physique comme mode de prise de charge du VIH : effets de la visibilité du corps sur les stratégies de gestion d'une maladie chronique. *Movement Sport Sciences/Science Motricité* 2014 ; 84 : 99-110.

Tourette-Turgis C. L'effet Framingham en éducation thérapeutique : de l'enquête épidémiologique à l'enquête sur soi. *Sci Soc Santé* 2013 ; 31 : 31-8.

Toussaint JF. *Retrouver sa liberté de mouvement. PNAPS : plan national de prévention par l'activité physique ou sportive*. Paris : Ministère de la Santé, de la jeunesse, des sports et de la vie associative, 2008 : 128 p.

Tulle E, Phoenix C. *Physical activity and sport in later life: critical approaches*. Londres : Palgrave Macmillan, 2015.

Viaud B. Médecines du sport, sports de médecins : quand les biographies sportives s'invitent dans le jeu des carrières professionnelles. *Sci Soc Sport* 2009 ; 2 : 129-69.

Vieille Marchiset G, Aceti M, Digennaro S, *et al.* Corps en mouvement, corps en santé. Regard socio-anthropologique sur des enfants de quartiers pauvres en Europe. *L'observatoire* 2014 ; 80 : 9-13.

Vigarello G. *Histoire des pratiques de santé. Le sain et le malsain depuis le Moyen Âge.* Paris : Seuil, 1999 : 390.

WCRF/AICR. Food, nutrition, physical activity, and the prevention of cancer: a global perspective 2007 : 518 p. Disponible sur : <http://www.dietandcancerreport.org/>

Weissland T, Passavant E, Allal A, *et al.* Fédérer les ressources régionales du sport-santé : le réseau Picardie en forme. *Santé Publique* 2016 ; 28 : 169-73.

3

Motivation et barrières à l'activité physique chez la personne malade chronique : processus motivationnels, antécédents et stratégies d'intervention

Ce chapitre présente une synthèse des connaissances actuelles concernant les facteurs motivationnels à l'origine de la pratique d'une activité physique régulière chez les personnes atteintes de maladies chroniques, ou au contraire, à l'absence d'une telle pratique. Trois constats principaux justifient une interrogation sur ces facteurs :

- les personnes atteintes de maladies chroniques pratiquent en moyenne moins que la population générale de même âge et une proportion importante n'atteint pas les recommandations des professionnels de santé (par exemple : cancer, Craike et coll., 2013 ; diabète de type 2, Thomas et coll., 2004 ; maladies cardiovasculaires, Albert et coll., 2015 ; bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO), Bossenbroeck et coll., 2011 ; schizophrénie, Vancampfort et coll., 2012)⁶⁵ ;
- un nombre important de patients ne participent pas aux programmes proposés dans le cadre de leur prise en charge, et des taux d'abandon souvent élevés sont rapportés au cours de ces programmes (par exemple : obésité, King et coll., 2006 ; cancer, Courneya et coll., 2003 ; maladies cardiovasculaires, Sharp et Freeman, 2009 ; BPCO, Woodard et coll., 2001 ; troubles ostéo-articulaires, Escolar-Reina et coll., 2010 ; troubles schizo-affectifs, anxiété, dépression, Bonaksen, 2011) ;
- une littérature de plus en plus conséquente témoigne du faible pourcentage de patients maintenant une activité physique lors du retour à leur domicile, une fois ces programmes achevés (par exemple : maladies

65. Voir les chapitres spécifiques aux populations.

cardiovasculaires, Clark et coll., 2011 ; BPCO, Ries et coll., 2003 ; troubles ostéo-articulaires, Campbell et coll., 2001).

Ces constats convergent vers un questionnement sur la motivation des patients. Ce chapitre présente une synthèse de la littérature sur cette question selon le plan suivant (voir figure 3.1) : (1) Quelles sont les dimensions pertinentes de la motivation à considérer dans ce contexte ? (2) Quels sont les résultats disponibles quant à leurs relations (positives ou négatives) avec l'activité physique des personnes atteintes de maladies chroniques ? (3) Ces motivations et ces freins sont-ils plus ou moins présents selon les caractéristiques des personnes (âge, genre, pathologie...) et les modalités de pratique (par exemple, pratique individuelle ou collective) ? (4) Comment agir efficacement sur ces facteurs afin de promouvoir l'activité physique chez ces personnes ?

Comme indiqué en lignes pointillées sur la figure 3.1, les travaux portant sur les liens directs entre certains antécédents de la motivation ou stratégies d'intervention et le niveau d'activité physique, ne seront pas abordés dans ce chapitre. En effet, bien qu'ils représentent une littérature très riche, ils n'apportent pas directement d'informations concernant le rôle joué par la motivation des personnes atteintes de maladie chronique.

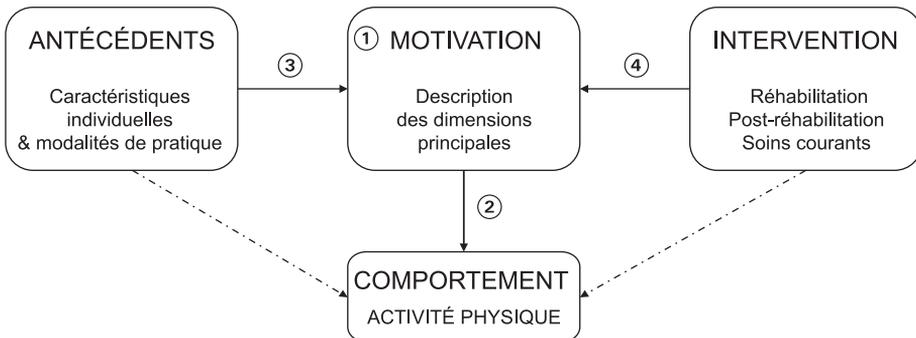


Figure 3.1 : Vue d'ensemble des questions abordées dans le chapitre

En trait pointillé, liens directs non abordés dans ce chapitre.

La littérature scientifique témoigne d'un intérêt croissant pour la thématique de la motivation dans le contexte de la réadaptation des personnes malades chroniques, en particulier concernant les questions d'adhésion à un programme et l'engagement régulier dans une activité physique. Ainsi, plus de la moitié des études identifiées ont été publiées au cours des 5 dernières années. La majeure partie des études ont été conduites en Amérique du Nord (44 %) et en Europe (43 % dont 9 études en France). Le corpus d'études

présente également un déséquilibre selon les populations concernées (maladies cardiovasculaires, 25 % ; cancers, 24 % ; troubles métaboliques, 16 % ; troubles ostéo-articulaires, 13 % ; troubles mentaux, 8 % ; maladies respiratoires, 7 %). Ce chapitre inclut des études présentant des méthodologies variées afin d'aborder la question dans toute sa complexité (études qualitatives basées sur des entretiens individuels ou menés au sein de groupes de patients, études quantitatives corrélationnelles, essais cliniques...).

La motivation : quelques repères théoriques

En psychologie, la motivation est définie comme « l'ensemble des forces internes et/ou externes produisant le déclenchement, la direction, l'intensité, la persistance et l'arrêt du comportement » (Vallerand et Thill, 1993). Le concept de barrière renvoie quant à lui aux « facteurs variés qui compromettent le passage des intentions en action » dans le contexte de la santé (Schwarzer, 2008).

Bien que quasiment 60 % des recherches mobilisés dans ce chapitre ne fassent pas explicitement référence à une théorie de la motivation, les thèmes identifiés dans la littérature sur la pratique d'activité physique chez les personnes malades chroniques correspondent à des variables présentes dans un, voire plusieurs modèles référencés. Parmi ceux-ci, huit modèles théoriques ont fait l'objet d'une attention toute particulière de la part des chercheurs : il s'agit de la Théorie Sociale Cognitive (*Social Cognitive Theory* ; Bandura, 1997 ; n = 22), de la théorie de l'Autodétermination (*Self-Determination Theory* ; Deci et Ryan, 2000 ; n = 20), de la Théorie du Comportement Planifié (*Theory of Planned Behavior* ; Ajzen, 2012 ; n = 18), du Modèle Trans-théorique (*Transtheoretical Model* ; Prochaska et coll., 2009 ; n = 14), du Modèle des Processus d'Action en faveur de la Santé (*Health Action Process Approach* ; Schwarzer et Luszczynska, 2008 ; n = 11), et, dans une moindre mesure, du Modèle de l'Évitement lié à la Peur (*Fear Avoidance Belief Model* ; Wadell, 2004 ; n = 3), de la Théorie de la Motivation à se Protéger (*Motivation Protection Theory* ; Rodgers, 1983 ; n = 2), et du Modèle des Croyances sur la Santé (*Health Belief Model* ; Rosenstock, 1974 ; n = 2).

Plutôt que de procéder à une description approfondie de chacun de ces modèles, le parti pris de ce chapitre a été d'en extraire les principes essentiels, dans la mesure où une majorité de facteurs sont présents – avec des dénominations et des définitions spécifiques – dans plusieurs d'entre eux. La figure 3.2 en propose une représentation synthétique.

Au centre de cette figure, apparaît un concept fondamental : les intentions⁶⁶. Selon les modèles, ces intentions peuvent être plus ou moins précises (en termes de comportement, délai et contextualisation). La plupart des théories citées ci-dessus sont de nature socio-cognitive : en d'autres termes, leurs auteurs partent du principe que si les individus adoptent un comportement, *a fortiori* un nouveau comportement lié à leur santé, c'est qu'ils ont au préalable pris une décision et formulé ou conçu une intention d'agir en ce sens. Les facteurs jugés déterminants dans la formulation de ces intentions sont à la fois de nature cognitive (dans la mesure où celles-ci sont supposées résulter d'un ensemble de perceptions, évaluations et croyances chez l'individu) et sociale (puisque l'individu est également présumé être influencé par les personnes présentes dans son entourage, mais également par son environnement social au sens large).

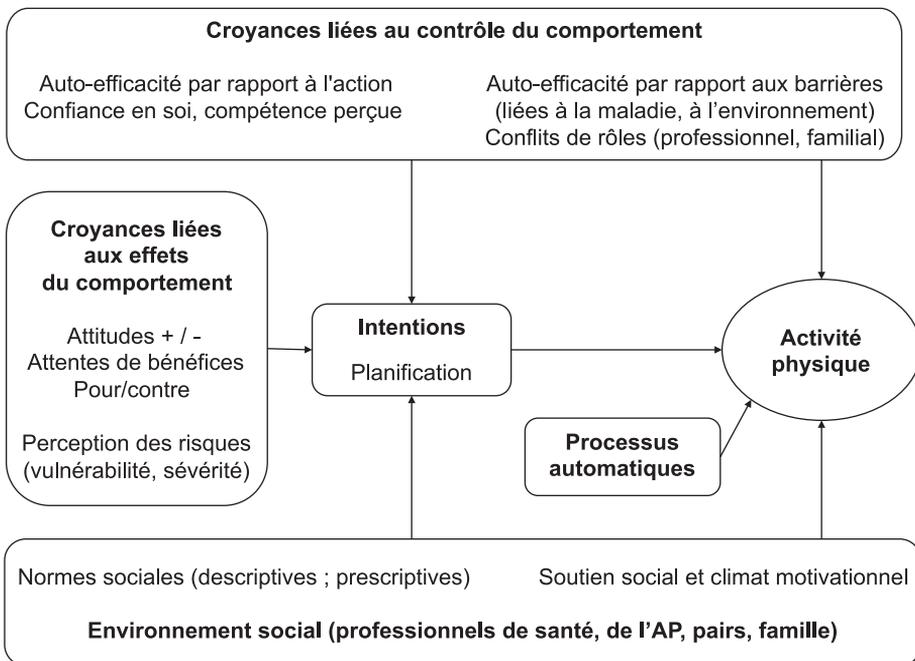


Figure 3.2 : Synthèse des facteurs motivationnels de la pratique d'activité physique

Parmi les croyances les plus fréquemment mentionnées par les modèles, trois catégories sont identifiables. En premier lieu, la décision d'effectuer une action est intimement liée aux croyances de la personne quant aux effets

66. Les intentions reflètent le degré auquel un individu a la volonté d'essayer d'adopter un comportement, la quantité d'effort qu'il est prêt à consentir dans ce but (Ajzen, 2012).

anticipés de l'adoption du comportement, leur probabilité d'apparition, et leur évaluation. Ces effets attendus peuvent avoir une connotation plus ou moins positive ou négative. La personne peut se projeter à court, moyen ou long terme. Enfin, la nature de ces effets attendus peut être très variée (*i.e.*, ils peuvent concerner la douleur, la condition physique, l'apparence, le bien-être psychologique, les émotions, etc.). Cet ensemble de croyances sur les effets potentiels du comportement sont susceptibles d'alimenter plus ou moins favorablement les intentions, selon le bilan effectué (*i.e.*, combinaison de conséquences plus ou moins souhaitables et probables). Les attitudes positives (bénéfiques/« pour ») ou négatives (freins/« contre ») résultent à la fois de l'expérience antérieure que la personne a accumulée concernant un comportement et de ses représentations – en particulier, elles peuvent être influencées par le discours tenu par l'entourage médical et personnel du patient.

Dans certains modèles en psychologie de la santé, une croyance « miroir » des précédentes est parfois présente. En effet, la personne se situe dans un contexte où elle est amenée voire encouragée à estimer les risques associés à l'absence d'adoption du comportement – puisque celle-ci est bien souvent l'un des facteurs ayant pu précipiter les symptômes – ou à un changement de son mode de vie. Dans le cas de l'activité physique, ces risques peuvent être plus ou moins spécifiques. Cette dimension est présumée impacter d'autant plus positivement les intentions de changement, que les risques sont perçus comme probables et sévères par l'individu⁶⁷.

Au-delà des conséquences escomptées de l'adoption ou non du comportement, en particulier pour sa santé, les intentions de la personne vont être fortement dépendantes de ses croyances en sa capacité à adopter le comportement⁶⁸, dans l'absolu (« suis-je capable de réaliser ce type d'activité, de

67. Il existe une littérature abondante sur la perception des risques en lien avec l'adoption ou non de comportements de santé. Il est important de retenir ici qu'on ne fait pas mention au risque médical « objectif » qui peut être communiqué dans le suivi du patient, mais à ses *perceptions*. Par exemple, un phénomène d'optimisme comparatif a été largement rapporté, selon lequel les individus vont en moyenne sous-estimer le risque d'être victime d'un problème de santé, par rapport aux personnes présentant les mêmes caractéristiques qu'elles (Weinstein, 1984). Ainsi il n'existe pas nécessairement de corrélation significative entre risque objectif et risque perçu (Portnoy et coll., 2014).

68. Cette idée est présente dans la majorité des modèles théoriques évoqués plus haut ; l'ensemble des concepts partage l'idée que l'adoption d'un comportement dépend d'une évaluation de soi et de ses capacités, pouvant être formulée au présent (*sentiment de compétence* : « je suis bon dans le domaine physique ») ou tournée vers l'avenir, concernant une tâche à réaliser (*efficacité personnelle* : « je me sens capable de faire 30 minutes de vélo à intensité croissante ») ; certains concepts intègrent la dimension volontaire de l'adoption du comportement (*contrôle comportemental perçu* : « je me sens capable d'effectuer cette action si j'en ai envie ») ou les circonstances dans lesquelles le comportement doit être adopté (*efficacité personnelle vis-à-vis de barrières* : « je me sens capable de faire ma séance de marche même s'il fait froid »).

séance ? ») ou en fonction des circonstances (par exemple « lorsque je suis fatigué[e], ou stressé[e] »).

Les perceptions de l'environnement social sont également souvent présentes dans les théories. En ce sens, les croyances développées par la personne quant aux attentes, aux comportements, au soutien apporté par les autres significatifs⁶⁹ et sa motivation à s'y conformer, sont présumées avoir un impact sur ses intentions.

Dans le cas de l'activité physique, l'environnement social est multiple, et au-delà des acteurs traditionnellement considérés comme la famille ou les professionnels (personnel de santé et professionnels de l'activité physique), les relations établies avec les autres pratiquants dans le cadre de la prise en charge, ou en dehors, peuvent avoir un effet très important sur la motivation.

La plupart des perceptions rapidement décrites ci-dessus peuvent être considérées comme des variables pré-intentionnelles, *i.e.* elles expliquent avant tout pourquoi une personne va choisir de pratiquer ou non une activité physique. Néanmoins un certain nombre d'auteurs soulignent que le passage des intentions à l'action est dépendant d'autres aspects de la motivation de l'individu. Les croyances relatives à ses capacités et à l'environnement social sont présumées jouer un rôle particulièrement important à ce titre. Ainsi, ces facteurs joueraient un double rôle, en impactant le comportement à deux niveaux : indirectement, *via* la formulation d'intentions et la planification du comportement, et directement (même si j'ai décidé de faire de l'activité physique, une faible confiance en mes capacités peut me freiner au moment de passer à l'action quelques jours plus tard).

Enfin, la figure 3.2 fait référence à un dernier type de facteur, sous la dénomination de processus automatiques. En effet, quelques modèles et des travaux de plus en plus nombreux de la littérature scientifique suggèrent que les processus rationnels et conscients évoqués dans la partie précédente ne sont pas suffisants pour décrire de façon complète les facteurs motivationnels à l'origine de l'adoption des comportements – et en particulier l'activité physique. En effet, si peser le pour et le contre, réfléchir aux conséquences potentielles, anticiper les barrières ou obstacles, planifier... représentent des activités mentales fréquentes et même encouragées dans le cas d'une maladie chronique qui remet en question le mode de vie, ces processus, considérés comme coûteux d'un point de vue cognitif, ne sont pas nécessairement mobilisés pour organiser nos comportements au quotidien. Ceux-ci étant le plus souvent répétés depuis longtemps, ils s'apparentent davantage à des routines

69. Membre de l'entourage dont l'opinion est jugée importante par l'individu ; il peut s'agir de personnes du cercle familial, amical, médical, etc.

ou des habitudes⁷⁰. Aussi les habitudes existantes peuvent-elles représenter des freins à l'initiation ou au maintien d'une nouvelle activité physique. Inversement, faire de l'activité physique une « bonne habitude » peut être conçu comme un objectif de la réadaptation chez les personnes malades chroniques.

Motivations et comportements d'activité physique

Dans cette partie, nous présentons les principales conclusions des travaux de la littérature concernant les liens entre les facteurs motivationnels identifiées dans la partie précédente, et les comportements d'activité physique chez des personnes atteintes de maladie chronique. Cette question a été posée dans des contextes et auprès de populations variés ; aussi, les études identifiées peuvent concerner l'activité physique de façon générale, dans le contexte plus spécifique de programmes de réadaptation, ou dans le cadre de la poursuite de l'activité physique suite à de tels programmes.

Les intentions et la planification

L'initiation d'une activité physique résulte bien souvent d'une prise de décision relative à un nouveau comportement à adopter. Dans le contexte de la maladie chronique, de nombreuses études confirment que le fait d'avoir l'intention d'être physiquement actif et d'avoir pris des décisions relatives à sa pratique, était un facteur important.

Ainsi, les intentions sont la plupart du temps corrélées de façon significative avec le niveau d'activité physique, y compris dans le cas d'un suivi prospectif de patients (Courneya et coll., 2002, 2003 ; cancer), lorsqu'on contrôle l'activité physique passée déclarée (Latka et coll., 2009, cancer), ou lorsqu'on mesure l'activité physique de façon objective (relevé des présences ; Maddison et Prapavessis, 2004, maladies cardiovasculaires ; podomètre, Plotnikoff et coll., 2014, diabète de type 2). Toutefois, cette relation n'était pas significative dans quelques travaux transversaux où intentions et activité physique ont été mesurées simultanément (Chevance et coll., 2017a ; Jewson et coll., 2008, obésité), ou lorsqu'un taux d'adhésion a été choisi comme critère comportemental (Peddle et coll., 2009, cancer du poumon).

70. Comportements qui sont déclenchés de façon automatique du fait d'une association systématique avec certains signaux de l'environnement tels que l'heure, la météo, la présence d'une tierce personne (Verplanken et Aarts, 1999).

De même, le fait de planifier avec précision les sessions d'activité physique à réaliser (*i.e.*, anticiper à l'avance quelle activité sera effectuée, quand, où, avec qui) est positivement associé avec le comportement effectivement adopté (Sholz et coll., 2005, maladies cardiovasculaires ; Schwarzer et coll., 2008 : troubles ostéo-articulaires et maladies cardiovasculaires ; Scott et coll., 2015, échantillon mixte). Une étude qualitative indique que cette planification doit être raisonnable (*i.e.*, ne pas planifier trop d'activité sous peine d'accentuer le stress ; ne pas vouloir trop en faire et éviter les activités trop intenses lorsqu'on commence ; Rastad et coll., 2014, schizophrénie). À l'inverse, les patients rapportent que la difficulté à se fixer des objectifs précis (Davis et coll., 2005, BPCO) et la procrastination (Rogers et coll., 2007, cancer du sein) sont des facteurs négativement associés à l'engagement dans la pratique.

Les attentes positives : motivation intrinsèque et bénéfiques perçus

L'un des facteurs centraux de l'engagement dans la pratique d'activité physique est la motivation intrinsèque de la personne (*i.e.*, le fait de pratiquer pour le plaisir, l'amusement, ou l'intérêt perçu envers l'activité). De nombreux travaux qualitatifs témoignent de l'importance de cette dimension chez les personnes malades chroniques, quelle que soit la pathologie. Ainsi, l'amusement et l'intérêt personnel et direct sont évoqués spontanément comme un levier motivationnel puissant par des personnes atteintes de diabète de type 2 (Tulloch et coll., 2013), ayant eu un accident vasculaire cérébral (AVC) (Nicholson et coll., 2014 ; Poltawski et coll., 2015), présentant des troubles ostéo-articulaires (Handry et coll., 2006 ; Petursdottir et coll., 2010), atteintes de cancers (Brunet et coll., 2013 ; Blaney et coll., 2010), ou encore de BPCO (Hartman et coll., 2013). Inversement, l'absence de pratique est justifiée par un manque d'intérêt pour l'activité physique ou par le fait que les patients trouvent ennuyeux ce qu'on leur propose (Lascar et coll., 2014, diabète de type 1 ; Rogerson et coll., 2012, maladies cardiovasculaires ; Holden et coll., 2012, arthrose du genou ; Courneya et coll., 2008 ; Falzon et coll., 2012, cancer ; Mancuso, 2006, asthme ; Bassilios et coll., 2015 ; Rastad et coll., 2014, schizophrénie).

Quelques études quantitatives examinent plus spécifiquement le rôle de cette variable mesurée au travers de questionnaires. Plusieurs analyses transversales confirment l'existence d'une relation significative entre le niveau de motivation intrinsèque envers l'activité physique, et le niveau d'activité physique chez des personnes atteintes de BPCO (Altenburg et coll., 2013), présentant des troubles métaboliques (Egan et coll., 2013), touchées par un cancer du

sein (Gho et coll., 2014), ou présentant des troubles mentaux (schizophrénie, troubles bipolaires, dépression ; Vancampfort et coll., 2013, 2016). En revanche, une étude prospective menée auprès de personnes obèses n'a pas montré que cette forme de motivation prédirait l'activité physique auto-rapportée à 3 mois (Edmunds et coll., 2007).

Une autre source de motivation perçue comme cruciale par les patients concerne leurs attentes en termes de bénéfices de l'activité physique. Au-delà de l'intérêt ou de l'amusement procuré par l'activité elle-même, l'activité physique est susceptible de générer de nombreux effets positifs.

De nombreuses études qualitatives soulignent à quel point la perspective d'une amélioration de son état de santé constitue une source centrale de motivation. Il est important de souligner que les personnes atteintes de maladie chronique rapportent être motivées tout autant par les effets positifs de l'activité physique sur leur santé physique (améliorer sa condition physique, diminuer sa fatigue, limiter l'aggravation de sa maladie, prévenir des complications...) que pour leur bien-être psychosocial (amélioration de l'humeur, de la qualité de vie...). Ce constat est largement partagé là encore pour les différents types de pathologies évoqués (troubles cardiovasculaires : Poltawski et coll., 2015 ; Resnik et coll., 2008 ; cancers : Falzon et coll., 2012, Götte et coll., 2014 ; troubles métaboliques : Bélanger-Gravel et coll., 2013 ; Casey et coll., 2010 ; Ferrand et coll., 2008 ; Mier et coll., 2007, Thomas et coll., 2004 ; troubles mentaux : Bassilios et coll., 2015 ; maladies respiratoires : Daniliack et coll., 2014 ; Keating et coll., 2011 ; BPCO, Petursdottir et coll., 2010 ; échantillon mixte : Pentocost et coll., 2011). À l'inverse, des entretiens soulignent que le manque de connaissances, ou des croyances peu favorables quant au rôle de l'activité physique, perçue comme peu efficace pour diminuer les effets de sa pathologie ou traiter celle-ci, pouvaient conduire à l'absence d'initiation de la pratique (Campbell et coll., 2001 ; Medina-Mirapeix et coll., 2009a, mal de cou/dos chronique ; McCorry et coll., 2009 ; Rogerson et coll., 2012, maladies cardiovasculaires).

Des études quantitatives ont examiné spécifiquement si ces attentes de bénéfices étaient associées significativement au niveau d'activité physique chez les personnes malades chroniques. Cette hypothèse a été soutenue par plusieurs études transversales (Bezyak et coll., 2011, troubles mentaux ; Chevance et coll., 2017a, obésité ; Dohnke et coll., 2010, diabète de type 2 ; Bock et coll., 1997 ; White et coll., 2007, maladies cardiovasculaires), mais pas par d'autres (Jewson et coll., 2008, obésité). Quelques études prospectives confirment le fait que des attentes de bénéfices élevées prédisent significativement l'activité physique auto-rapportée dans le temps (Plotnikoff et coll., 2014, diabète de type 2 ; Basen-Engquist et coll., 2013, cancer endométrial).

Cependant, ce résultat n'a pas été confirmé dans le cas de la prédiction de l'adhésion totale à un programme de 5 semaines (Peddle et coll., 2009, cancer du poumon).

L'image de soi, une source de motivation ?

Quelques études suggèrent que l'image de soi représente parfois une source de motivation pour certains patients (Brunet et coll., 2014, cancer du sein ; Edmunds et coll., 2007, obésité ; Stewart et coll., 2014, BPCO). Se prendre en main et faire face à ses problèmes de santé est vécu comme une obligation, un devoir, une responsabilité individuelle, ce qui se traduit par le suivi des recommandations en particulier en matière d'activité physique. Ainsi, si les obligations familiales sont bien souvent perçues comme un frein, la nécessité de gérer son état de santé pour remplir de façon satisfaisante son rôle de « chef de famille » encourage certains patients à être physiquement actifs.

Un certain nombre d'études se sont focalisées sur le sentiment d'autodétermination des patients – *i.e.*, à quel point ils pratiquent par choix, par intérêt pour l'activité physique elle-même, ou dans l'attente de ses bénéfices physiques ou psychologiques. Plusieurs études rapportent un lien positif entre ces types de motivation et l'activité physique (Gourlan et coll., 2013, 2016, troubles métaboliques) y compris son maintien dans le temps (Fortier et coll., 2011 ; Slovinec-d'Angelo et coll., 2014 ; Sweet et coll., 2011 ; troubles métaboliques) et lorsque celle-ci est mesurée par accélérométrie (Brunet et coll., 2013, 2014, cancer du sein). *A contrario*, pratiquer pour satisfaire une demande extérieure de son entourage n'est pas associé (Edmunds et coll., 2007) voire prédit négativement (Gourlan et coll., 2013, 2016 ; Slovinec-d'Angelo et coll., 2014 ; Vancampfort et coll., 2013 et 2016) le niveau d'activité physique.

Les attentes négatives et les risques perçus

Plus les personnes ont conçu des attentes négatives relativement immédiates dans le fait de pratiquer une activité physique (par exemple une augmentation de ses symptômes comme la douleur), plus elles tendent à restreindre leur pratique, d'après plusieurs études qualitatives (Falzon et coll., 2012, cancer ; Nicholson et coll., 2014, AVC) et quantitatives (Pinto et coll., 2009, cancer du sein ; Dohnke et coll., 2010, maladies cardiovasculaires). En revanche, les travaux ayant cherché à démontrer le rôle d'attentes négatives plus spécifiques ne sont pas aussi concluants. Ainsi les recherches menées sur la peur du mouvement chez les patients atteints de lombalgie chronique indiquent que celle-ci est plus ou moins présente chez les patients, sans pour autant représenter un facteur déterminant de leur engagement dans l'activité physique (Basler et coll., 2008 ; Leohnardt et coll., 2009).

De plus, quelques études suggèrent que réduire le risque d'aggravation de l'état de santé liée à l'inactivité est une motivation à la pratique d'activité physique (Hellem et coll., 2012, BPCO ; Rogers et coll., 2010, cancer) ; toutefois, ce résultat n'est pas confirmé lorsque l'on suit les personnes dans le temps (Rogerson et coll., 2012, maladie cardiovasculaire). En fait, la perception d'un risque ne serait pas forcément associée à l'engagement dans un comportement d'activité physique, si la personne ne ressent pas simultanément une inquiétude élevée à ce sujet (Portnoy et coll., 2014, diabète de type 2).

En somme, la littérature sur les freins potentiels liés à des attentes négatives vis-à-vis de l'activité physique est beaucoup moins développée que celle démontrant le pouvoir motivationnel d'attentes positives.

La confiance en soi

Comme évoqué précédemment, un certain nombre de modèles en psychologie postulent que l'engagement dans un comportement de santé sera d'autant plus important que le niveau de confiance en ses capacités est élevé – ou inversement, que les personnes risquent de ne pas initier celui-ci ou le maintenir lorsqu'ils ont un contrôle perçu faible. Quelques études qualitatives menées auprès de populations variées indiquent effectivement que ne pas se sentir compétent, ne pas avoir confiance en soi et en ses capacités, est associé à moins de pratique et plus de désengagement (Brunet et coll., 2013, cancer du sein ; Holden et coll., 2012, arthrose du genou ; Clark et coll., 2011, maladies cardiovasculaires ; Lennon et coll., 2013, Nicholson et coll., 2014, AVC ; Pentocost et coll., 2011, échantillon mixte).

Les recherches quantitatives ont largement contribué à confirmer ce résultat, auprès de patients atteints de cancers (endométrial, Basen-Engquist et coll., 2013 ; sein, Culos-Reed et coll., 2005 ; Pinto et coll., 2009 ; Spector et coll., 2013), de troubles métaboliques (obésité, Jewson et coll., 2008 ; diabète de type 2, White et coll., 2007), cardiovasculaires (Zhang et coll., 2015), ostéo-articulaires (fibromyalgie, Oliver et Cronan, 2002), ou mentaux (Bezyak et coll., 2011). Cette relation peut être considérée comme particulièrement robuste, car elle a en particulier été observée dans des études comprenant un suivi des patients de plusieurs mois (Courneya et coll., 2002 et 2003, cancer colorectal ; Jonhson et coll., 2013, diabète de type 2 ; Bock et coll., 1997, Scholz et coll., 2005, troubles cardiovasculaires), ou ayant employé une mesure objective de l'activité physique (maladies respiratoires, Altenburg et coll., 2013, Hartmann et coll., 2013 ; cancers, Peddle et coll., 2009, Pinto et coll., 2009 ; diabète de type 2, Plotnikoff et coll., 2014 ; maladies

cardiovasculaires, Maddison et Prapavessis, 2010 ; Woodgate et coll., 2007). Quelques travaux n'ont cependant pas observé de relation significative entre cette variable et le niveau d'activité physique (Chevance et coll., 2017a, obésité ; Murray et coll., 2012, maladie cardiovasculaire). Toutefois, dans ces études, des modèles complexes de prédiction du comportement ont été testés, dans lesquels d'autres dimensions de la motivation apparaissent comme significatifs. Ce type de modèle, utilisé auprès de larges échantillons de patients, montre que la confiance en ses capacités prédit les intentions, qui en retour sont associées à l'activité physique adoptée dans le temps (Schwarzer et coll., 2008).

De l'importance de la temporalité

Des études indiquent que la difficulté rencontrée par certains patients réside dans la comparaison négative temporelle qu'ils réalisent (*i.e.*, ils perçoivent des capacités inférieures à leurs capacités passées ; Petursdottir et coll., 2010). Dans ce sens, Scott et coll. (2015) rapportent que les patients physiquement actifs sont ceux qui acceptent le fait d'avoir des capacités physiques réduites. Stewart et coll. (2014) indiquent quant à eux que les patients BPCO qui arrivent à maintenir leur pratique d'activité physique dans le temps ont trouvé difficile de pratiquer une activité physique au début, avant de s'y habituer. Certains patients sont également démotivés par le fait que les croyances qu'ils avaient conçues sur les effets de l'activité physique ne se sont finalement pas concrétisés à la hauteur de leurs espérances (Fischer et coll., 2007, BPCO).

La capacité perçue à surmonter les barrières

Beaucoup de travaux soulignent que la perception de certaines barrières, en particulier liées à l'état de santé des personnes malades chroniques, les découragent de pratiquer une activité physique. Ainsi, plusieurs études font référence à la faiblesse, la douleur ou la fatigue, comme raison de ne pas pratiquer (Craike et coll., 2013, Gho et coll., 2014, Lynch et coll., 2010, cancer ; Rogerson et coll., 2012, Jukwiewicz et coll., 2011, maladies cardiovasculaires ; Dutton et coll., 2005, Lascar et coll., 2014, troubles métaboliques ; Keating et coll., 2011, BPCO ; Petursdottir et coll., 2010, troubles mentaux). Une étude de Loepperthin et coll. (2014) met en avant le fait que pour des personnes atteintes de polyarthrite rhumatoïde, il est important d'avoir une bonne connaissance de son corps pour distinguer les douleurs « normales » de celles provoquées par l'activité physique.

Des travaux ont étudié le rôle joué par la perception des patients quant à leur capacité à surmonter ces barrières physiques et/ou psychologiques pour réaliser leur séance d'activité physique, et confirment le rôle de cette variable. Daniliak et coll. (2014) rapportent qu'elle prédit le nombre de pas réalisés par des patients BPCO, tandis que Gyurczik et coll. (2013) indiquent que les patients atteints d'arthrite atteignant les recommandations d'activité

physique ont des perceptions plus élevées d'efficacité vis-à-vis des barrières liées à leur maladie, alors même qu'ils rapportent des épisodes de douleurs articulaires aussi fréquents et intenses.

Au-delà des barrières liées à l'activité physique elle-même, une abondante littérature concerne les barrières liées aux autres occupations et responsabilités des individus.

Ainsi, de nombreuses études qualitatives et quantitatives soulignent que les personnes atteintes de maladies chroniques déclarent ne pas faire d'activité physique, car cette activité ne représente pas une priorité pour eux (Gho et coll., 2014 ; Husebo et coll., 2014 ; Ingram et coll., 2010 ; Rogers et coll., 2006, cancers ; Dean et coll., 2005 ; Holden et coll., 2012, troubles ostéo-articulaires), ou ils manquent de temps (Bélanger-Gravel et coll., 2012 ; Dutton et coll., 2005 ; Egan et coll., 2013 ; Mier et coll., 2007, troubles métaboliques). Les patients indiquent accorder davantage d'importance à leurs activités professionnelles et à leurs responsabilités familiales (Brunet et coll., 2013, cancer ; Casey et coll., 2010 ; Lascar et coll., 2014 ; Tuakli-Wosornu et coll., 2014, troubles métaboliques ; Mancuso, 2006, asthme). Cette littérature souligne également chez certaines personnes ne se sentant pas capables de pratiquer une activité physique, l'importance de barrières liées à leur environnement, qu'elles soient plutôt stables telles que le manque d'infrastructures ou de sécurité dans le quartier (Bélanger-Gravel et coll., 2012 ; Booth et coll., 2013 ; Mier et coll., 2007 ; Thomas et coll., 2004, troubles métaboliques ; Brunet et coll., 2013, Lynch et coll., 2010, cancers) ou le manque de moyens de transport (Fischer et coll., 2007 ; Keating et coll., 2011 ; BPCO), ou plus ponctuelles comme la météo (Booth et coll., 2013 ; Brunet et coll., 2013 ; Casey et coll., 2010).

Des études quantitatives ont examiné le lien entre la confiance des patients en leurs capacités à surmonter l'ensemble de ces barrières (par exemple, liées à la maladie, aux autres activités, à l'environnement) et leur niveau d'activité physique. Une relation significative très consistante est rapportée chez les patients présentant des troubles cardiovasculaires (Blanchard et coll., 2002 ; Yates et coll., 2003), avec la plupart du temps un suivi des patients sur plusieurs mois (Schwarzer et coll., 2008 ; Slovynec-d'Angelo et coll., 2014 ; Sweet et coll., 2011), un contrôle de leur activité physique initiale (Scholz et coll., 2005) ou de leur tolérance à l'effort (Murray et coll., 2012), et une mesure rigoureuse de l'activité physique (observation de l'assiduité par le superviseur ; Maddison et Prapavassis, 2004, Millen et coll., 2008). Une relation significative a aussi été rapportée pour les pathologies ostéo-articulaires (Schwarzer et coll., 2008).

En somme, au-delà du rapport des patients à la pratique de l'activité physique en elle-même, la façon dont celle-ci s'inscrit dans leur quotidien semble prépondérante pour son maintien. À ce titre, le rôle joué par l'environnement social est capital, comme nous allons le développer dans la partie suivante.

Le rôle de l'environnement social

Quelques études ont interrogé les patients sur les normes et le soutien qu'ils percevaient de façon générale dans leur environnement social en matière d'activité physique. Ces travaux ont abouti à des résultats hétérogènes, certaines études concluant de façon positive sur le rôle de l'environnement social (Courneya et coll., 2002 ; Falzon et coll., 2012, cancer ; Oliver et Cronan, 2002, fibromyalgie), alors que d'autres travaux ne montrent pas d'association significative avec cette variable (Chevance et coll., 2017a ; Jewson et coll., 2008 ; Plotnikoff et coll., 2014, troubles métaboliques ; Peddle et coll., 2009 ; Spector et coll., 2013, cancer). La majorité des recherches a en fait apporté des éléments propres à certains membres de l'environnement social de façon spécifique.

En premier lieu, plusieurs études soulignent l'importance de l'avis médical comme déterminant pour l'engagement ou non dans un programme ou la pratique autonome d'une activité physique (Lascar et coll., 2014, diabète de type 1 ; Kheog et coll., 2013, cancer de la prostate ; Arnold et coll., 2006, Mancuso, 2006, maladies respiratoires). Malheureusement, chez des patients adressés en réadaptation cardiaque après un infarctus du myocarde, l'étude de McCorry et coll. (2009) montre que le message des médecins sur l'activité physique n'est pas toujours convaincant. De même, les médecins généralistes et les pharmaciens sont perçus comme soutenant peu l'importance de l'activité physique pour les patients (Fuller et coll., 2016, maladies cardiovasculaires ou respiratoires). Wang et coll. (2015) indiquent quant à eux que les patients atteints de polyarthrite rhumatoïde reçoivent des consignes floues, voire contradictoires, de la part des professionnels de santé.

Beaucoup de travaux concernent le rôle joué par les professionnels chargés de la supervision de l'activité physique. Plusieurs études mettent en avant l'importance pour les personnes malades chroniques de pratiquer avec un professionnel formé (Blaney et coll., 2010, cancer ; Casey et coll., 2010 ; Lascar et coll., 2014, troubles métaboliques ; Poltawski et coll., 2015, AVC ; Fischer et coll., 2007, BPCO ; Pedursdottir et coll., 2010, arthrose ; Pentecost et coll., 2011, mixte), qui connaît bien leur pathologie et les enjeux liés à l'exercice physique (Hellem et coll., 2012, BPCO ; Resnik et coll., 2008, AVC), car cela leur procure un sentiment de sécurité (Clark et coll., 2011,

maladies cardiovasculaires), et leur garantit un programme individualisé (Blaney et coll., 2010, cancer ; Sutton et coll., 2012, maladie cardiovasculaire) et adapté (Lennon et coll., 2013, AVC). À ce titre, les lieux de pratique « tout public » peuvent être perçus comme menaçants (Casey et coll., 2010, diabète de type 2 ; McDevitt et coll., 2006, troubles schizo-affectifs, troubles de l'humeur, troubles anxieux). Plusieurs auteurs rapportent les difficultés des patients lorsque le programme de réadaptation s'achève : il n'y a alors plus de suivi (Fletcher et coll., 2014, maladies cardiovasculaires), ce qui est vécu par certains comme un abandon (Nicholson et coll., 2014, AVC).

Les résultats disponibles dans la littérature sont également cohérents en ce qui concerne les effets du climat instauré par le superviseur. Les études soulignent l'importance du soutien et des encouragements fournis (Casey et coll., 2010 ; Edmunds et coll., 2007 ; Tulloch et coll., 2013, troubles métaboliques ; Martin et coll., 2012, maladies cardiovasculaires ; Thorpe et coll., BPCO, 2014), des explications claires et des *feedback* (Escolar-Reina et coll., 2010, troubles ostéo-articulaires ; McGuire et coll., 2011 ; cancer), de la disponibilité du superviseur pour répondre aux interrogations et doutes ressentis par les patients (Medina-Mirapeix et coll., 2009) et, inversement, les effets négatifs des comportements directifs (Rastad et coll., 2014, schizophrénie). Une étude de Murray et coll. (2015) indique qu'il est possible de former les professionnels pour qu'ils soutiennent davantage les personnes atteintes de lombalgie chronique.

Les personnes atteintes de maladie chronique s'appuient également sur les autres patients pour se motiver (Ingram et coll., 2010, cancer du sein ; Martin et coll., 2012, maladies cardiovasculaires ; Arnold et coll., 2006 ; Fischer et coll., 2007, BPCO), car elles se sentent comprises et soutenues (Ferrand et coll., 2008, diabète de type 2 ; Stewart et coll., 2014, BPCO), et cela leur permet de partager leurs expériences (Hellem et coll., 2012, BPCO). À l'inverse, l'isolement, le fait de n'avoir personne avec qui pratiquer est perçu comme un frein (Blaney et coll., 2010, Brunet et coll., 2013, cancer). Certains travaux indiquent une nette préférence pour pratiquer avec un groupe de pairs (Blaney et coll., 2010, cancer ; Poltawski et coll., 2015 ; Sutton et coll., 2012, maladies cardiovasculaires), la pratique d'une activité dans des centres sportifs ou des clubs « classiques » pouvant être accompagnée par un sentiment de jugement social (Soundy et coll., 2007, trouble bipolaire, schizophrénie, anxiété sociale). En revanche, d'autres auteurs rapportent le souhait pour certains de pratiquer avec des personnes issues de la population générale, plutôt qu'un groupe de pairs, pour renforcer leur sentiment de « normalité » (Lascar et coll., 2014, diabète de type 1).

Enfin les personnes soulignent le rôle déterminant du soutien reçu, ou non, de la part des membres de leur famille (Bélanger-Gravel et coll., 2013, surpoids

et obésité ; Juriewicz et coll., 2011 ; Martin et coll., 2012 ; Poltawski et coll., 2015 ; Resnik et coll., 2008, maladies cardiovasculaires ; Scott et coll., 2015, échantillon mixte), en particulier de la part de leur conjoint(e) (Beverly et coll., 2010, Johnson et coll., 2013, diabète de type 2 ; Stewart et coll., 2014, BPCO), afin de se motiver à pratiquer une activité physique régulière. Beverly et coll. (2010) indiquent que le sentiment d'une responsabilité commune de faire face à la maladie encourage certains couples à marcher ensemble, ce qui n'est pas toujours évident avec des différentiels importants de condition physique ; il est également constaté que les patients peuvent avoir un sentiment de contrôle de la part de leur conjoint, ce qui est alors démotivant.

Quand l'activité physique devient automatique : les habitudes

Un nombre important de travaux indiquent que les personnes atteintes de maladie chronique qui arrivent à pratiquer une activité physique sur le long terme expliquent que cette pratique n'est possible qu'à partir du moment où celle-ci a pu être intégrée à son style de vie et sa vie quotidienne (Campbell et coll., 2001 ; Petursdottir et coll., 2010, arthrose), devenant alors habituelle (Johnson et coll., 2013, diabète de type 2). Des études qualitatives menées auprès d'un ensemble de populations soulignent que la clé est d'arriver à établir une routine d'activité physique (Brunet et coll., 2013 ; Husebo et coll., 2014 ; Ingram et coll., 2010, cancer ; Martin et coll., 2012, maladies cardiovasculaires ; Mancuso, 2006 ; O'Shea et coll., 2007 ; Thorpe et coll., 2014, maladies respiratoires ; Bélanger-Gravel et coll., 2012 ; Tulloch et coll., 2013, troubles métaboliques ; Dean et coll., 2005 ; Escobar-Reina et coll., 2010 ; Hendry et coll., 2006, troubles ostéo-articulaires ; Scott et coll., 2015, échantillon mixte). Inversement, l'échec à poursuivre une activité physique est attribué par certains patients à leurs difficultés à modifier leurs habitudes de vie (Booth et coll., 2013, diabète de type 2) et à établir une nouvelle routine intégrant ce type de comportement (Blaney et coll., 2010, cancer ; Medina-Mirapeix et coll., 2009, mal de cou et de dos chronique).

Comment étudier des phénomènes automatiques ?

Si les aspects « automatiques » de la motivation ont fait l'objet de peu d'études spécifiques et quantitatives, c'est parce que leur investigation nécessite parfois l'emploi de mesures plus complexes que le questionnaire ou l'entretien. Ainsi, une étude basée sur un test informatique réalisée auprès de personnes obèses indique que les évaluations plus ou moins positives que celles-ci effectuent vis-à-vis de l'activité physique (estimée via leurs temps de réaction à des stimuli) est significativement associée à leur niveau d'activité physique auto-rapporté (Chevance et coll., 2017a). Ce résultat a récemment été répliqué dans un échantillon de personnes atteintes de maladies respiratoires, 6 mois après la fin de leur programme de réadaptation (Chevance et coll., 2017b).

Caractéristiques individuelles et motivations

Dans cette section, nous identifions les facteurs qui pourraient être associés de façon significative aux motivations des personnes atteintes de maladie chronique : est-ce que certaines de leurs caractéristiques personnelles, certains aspects des activités physiques proposées, ou d'autres circonstances dans l'environnement, jouent sur les variables décrites dans la partie précédente ?

Le rôle des caractéristiques individuelles

Quelques études ont examiné les différences entre patients selon leur âge. Wister et coll. (2002, troubles cardiovasculaires, arthrose ou hypertension) ne constatent pas de lien significatif entre l'âge des patients et l'évolution de leurs intentions de faire de l'activité physique. Rodgers et coll. (2010, cancer du sein) constatent quant à eux que les patientes plus âgées sont plus ouvertes aux interactions en groupe dans le cadre de l'activité physique. McCorry et coll. (2009) rapportent dans un échantillon de personnes ayant eu un infarctus du myocarde que le contexte de réadaptation ne convient pas aux plus jeunes, car il est « fréquenté » par des personnes âgées. Inversement, Hendry et coll. (2008) rapportent chez des personnes ayant de l'arthrose du genou la peur de se retrouver avec des jeunes lorsqu'ils font de l'activité physique. Cavalcante et coll. (2015, claudication) et Wanko et coll. (2004, diabète de type 2) rapportent plus de barrières perçues envers l'activité physique chez les patients plus âgés. De façon plus spécifique, les plus jeunes rapportent plus de barrières liées au manque de temps et d'énergie, alors que pour les plus âgés, les barrières relatives à la condition physique sont les plus importantes (Egan et coll., 2013, troubles métaboliques ; Kang et coll., 2014, Oyekanmi et Paxton, 2014, cancer)⁷¹.

Des travaux ont aussi comparé la motivation des patients en fonction de leur origine ethnique ou leurs croyances religieuses. Spector et coll. (2013) ne rapportent pas de différences selon ce critère sur la confiance en soi, les bénéfices perçus de l'activité physique, et la perception de l'environnement chez des Américaines touchées par un cancer du sein. Aux États-Unis également, Orzech et coll. (2012) ont constaté que les barrières à l'activité physique sont plus faibles chez les personnes d'origine vietnamienne par rapport aux autres groupes ethniques (caucasiens, latinos, noirs-américains). Au Brésil, Cavalcante et coll. (2015) ont observé que les barrières perçues

71. Certains processus psychologiques peuvent s'avérer déterminants pour expliquer l'engagement ou non dans une pratique d'activité physique régulière lors de l'avancée en âge ; voir l'expertise collective de l'Inserm « Activité physique et prévention des chutes chez les personnes âgées » (2015).

vis-à-vis de l'activité physique sont plus faibles chez les blancs que dans les autres groupes ethniques. Une étude de Loh et coll. (2012) en Malaisie indique que les femmes d'origine malaise, indienne et chinoise rapportent des barrières à l'activité physique liées au devoir familial, à l'activité professionnelle, ou à un manque d'envie, respectivement. En Angleterre, Pentecost et coll. (2011) rapportent dans un échantillon concerné par des pathologies variées que la minceur ne représente pas un enjeu aussi important pour les populations noires originaires d'Afrique ou des Caraïbes que pour les autres groupes ethniques. On peut donc penser que la motivation à pratiquer une activité physique sera moins importante dans cette population, si celle-ci est perçue comme un moyen de perdre du poids. Enfin, une étude de Lawton et coll. (2006) menée au Royaume-Uni auprès de patients diabétiques de type 2 originaires d'Inde ou du Pakistan souligne que pour certains, la maladie reflète une volonté divine, ce qui ne les encourage pas à mettre en place des comportements de prévention tels que l'activité physique.

Ces quelques résultats épars doivent être interprétés avec beaucoup de précautions, d'autant qu'ils peuvent être expliqués par des facteurs de confusion, en particulier le niveau socioéconomique ou le niveau d'éducation, qui n'a pas été contrôlé dans ces études. Dans ce sens, plusieurs travaux indiquent que les patients présentant un niveau de revenu ou d'éducation plus faible sont caractérisés par des niveaux plus élevés de peur du mouvement, et globalement de barrières perçues (Cavalcante et coll., 2005 ; Damush et coll., 2005 ; Löf et coll., 2015, troubles ostéo-articulaires ; Oyekanmi et Paxton, 2014, cancer). Vancampfort et coll. (2016, troubles mentaux) indiquent également que ces patients ont moins d'autodétermination envers l'activité physique.

Plusieurs études soulignent des différences en termes de motivation en fonction du sexe des patients. Ainsi, d'après Marzolini et coll. (2010) chez des personnes atteintes de maladies cardiovasculaires, les hommes pratiquent plus pour leur apparence, les femmes pour prévenir l'ostéoporose, tandis que pour Ferrand et coll. (2008) les femmes diabétiques de type 2 pratiquent plus pour le groupe et les bénéfices psychologiques, les hommes pour gérer leur maladie. Damush et coll. (2005) confirment que le soutien social est plus motivant pour les femmes, et McDevitt et coll. (2006) soulignent le souhait des femmes de pratiquer entre elles. Plus globalement, les femmes présenteraient des niveaux de barrières plus élevés et une efficacité perçue plus faible vis-à-vis de ces barrières (Blanchard et coll., 2002 ; Kang et coll., 2014, cancer ; Wanko et coll., 2004, diabète de type 2). Un résultat assez récurrent concerne le conflit entre la pratique d'une activité physique et les responsabilités familiales, qui est significativement plus rapporté par les femmes

atteintes de maladie chronique que par les hommes (Ottenbacher et coll., 2011). Celles-ci ont du mal à s'accorder du temps pour faire de l'activité physique, car elles se sentent responsables de leur famille (Hefferon et coll., 2013 ; Lawton et coll., 2006 ; Pedursdottir et coll., 2010 ; Pentecost et coll., 2011), qu'elles font passer avant leurs problèmes de santé.

La partie précédente a souligné que les processus motivationnels à l'origine de l'engagement dans la pratique d'une activité physique régulière sont largement transversaux aux différentes maladies chroniques ; certains de ces processus se traduisent toutefois d'une façon spécifique selon les caractéristiques des pathologies. Les barrières liées aux symptômes et à leur exacerbation potentielle dans le cadre de la pratique d'une activité physique peuvent par exemple s'exprimer différemment. Dans le cas des maladies respiratoires, Daniliak et coll. (BPCO) soulignent la peur des patients d'être essoufflés ; la dyspnée est donc une barrière particulièrement importante, et plusieurs études indiquent une forte préoccupation pour les conditions météo (froid, vent, humidité) qui peuvent représenter un contexte très défavorable à l'activité physique (Fuller et coll., 2016 ; Hartman et coll., 2013 ; Mancuso, 2006 ; O'Shea et coll., 2007 ; Stewart et coll., 2014 ; Thorpe et coll., 2014). De leur côté, les patients diabétiques déclarent craindre une hypoglycémie pendant leur séance d'activité physique (Lascar et coll., 2014 ; Thomas et coll., 2004) et/ou le fait de faire un malaise (Lawson et coll., 2006). Les personnes ayant de l'arthrose aux genoux anticipent davantage de douleur pendant ou après la séance (Holden et coll., 2012) ; et les insuffisants cardiaques appréhendent l'augmentation de leur rythme cardiaque (Albert et coll., 2015).

En ce qui concerne les patients atteints d'un cancer, la barrière la plus saillante est clairement liée aux effets secondaires occasionnés par les traitements ; ce constat est partagé pour l'ensemble des cancers étudiés (sein, Hefferon et coll., 2013 ; Husebo et coll., 2014 ; Ingram et coll., 2010 ; Courneya et coll., 2008 ; colorectal, Courneya et coll., 2005 ; prostate, Falzon et coll., 2012 ; Kheog et coll., 2013 ; moelle osseuse, Craike et coll., 2013 ; cancer pédiatrique, Götte et coll., 2014).

Les effets secondaires des traitements ressortent également comme un frein important à la pratique pour les personnes atteintes de troubles mentaux, ceux-ci ayant souvent un effet sédatif (Glover et coll., 2013 ; Johnstone et coll., 2009 ; McDevitt et coll., 2006). Les comorbidités physiques, notamment le surpoids, qui peut être favorisé par la médication, sont également une barrière à la pratique (Johnstone et coll., 2009 ; McDevitt et coll., 2006). Toutefois, la médication elle-même ne semble pas être corrélée à la motivation des patients (Vancampfort et coll., 2015).

Certains symptômes psychologiques (crises d'anxiété, paranoïa, agoraphobie...) induisent une forte anxiété sociale qui contribue à limiter les activités et en particulier l'activité physique (Bassilios et coll., 2015 ; Johnstone et coll., 2009 ; Rastad et coll., 2014, schizophrénie). Ainsi, Vancampfort et coll. (2015) rapportent une corrélation négative entre le niveau de symptômes négatifs et l'autodétermination des patients (par exemple, orientation vers le plaisir et les bénéfices attendus).

Les préférences personnelles en matière d'activité physique

Quelques études ont cherché à mettre en évidence la nature des activités physiques susceptibles d'être les plus motivantes pour les personnes atteintes de maladie chronique, ainsi que les modalités de pratique les plus propices à leur engagement à court et long terme. Globalement, ces études ne permettent pas de tirer de conclusion claire, et indiquent une variabilité importante en termes de préférences personnelles pour certaines activités et leurs modalités de pratique.

Dans le cadre de programme de réadaptation, quelques éléments sont disponibles au niveau de la motivation et de l'engagement dans des activités de type endurance *versus* force. Jukiewicz et coll. (2011, AVC) ne rapportent pas de différence d'assiduité de la part des patients ayant suivi ces deux types de programmes de réentraînement. Tulloch et coll. (2013, diabète de type 2) ont constaté plus de déclin de l'activité physique dans le groupe « force » ; toutefois les patients de ce groupe ont également rapporté avoir perçu moins de soutien de la part de leur superviseur. Enfin, Heinrich et coll. (2014) indiquent des niveaux d'amusement perçu comparables et élevés à la fin d'un programme aérobie *versus* *crossfit*⁷² chez de jeunes étudiants en surpoids ou obèses.

Dans des études avec un questionnaire plus ouvert, il ressort que certains patients n'ont pas de préférence pour des activités physiques particulières (McDevitt et coll., 2006, troubles mentaux). Dans plusieurs études, la marche apparaît comme une activité préférentielle pour une proportion importante de personnes, parfois suivie de façon marquée par une autre activité comme la natation (Philip et coll., 2014, cancer du poumon), les étirements (Kartolo et coll., 2015, cancer du poumon), le jardinage ou le vélo (Wanko et coll.,

72. Le *crossFit* est une méthode d'entraînement physique dont l'objectif est de développer simultanément : l'agilité, l'équilibre, la résistance, la coordination, la vitesse, la puissance, la précision, la force, l'endurance cardiovasculaire, et la flexibilité. Pour ce faire, les différents exercices font travailler plusieurs muscles à la fois mais différents chaque jour, pour dépenser un maximum d'énergie.

diabète de type 2), voire un ensemble d'autres activités variées (Carpiniello et coll., 2013 ; Ussher et coll., 2007, troubles mentaux). Il faut néanmoins prendre ces résultats avec précautions, car la méthodologie de ces travaux n'est pas toujours très précise et n'est pas toujours comparable (*i.e.*, choix forcé ou non, liste plus ou moins importante d'activités ; activités sportives et/ou ou activités de la vie quotidienne).

« Vous dansez ? »

Mangeri et coll. (2014) rapportent chez des diabétiques de type 2 que la participation à un programme de danse de salon et latino induit les mêmes effets physiologiques qu'une activité physique plus classique, supervisée ou non, choisie par les patients (par exemple, marche, vélo, natation). Cependant, les auteurs constatent que la quantité totale d'activité physique pratiquée tend à diminuer dans le temps pour le groupe qui pratique une activité classique, alors qu'elle reste constante dans le groupe de danseurs. De leur côté, Kaltsatou et coll. (2014) ont comparé les effets d'un programme de réentraînement « classique » combinant des exercices d'endurance et de force, à un programme de danse grecque traditionnelle, dans un échantillon d'insuffisants cardiaques. Si les deux groupes ont démontré une amélioration de la condition physique comparable, seuls les participants du groupe danse ont vu leur niveau d'intérêt et d'amusement augmenter au cours de l'étude.

Parmi les modalités de pratique examinées, la principale question posée concerne le fait de pratiquer seul(e) ou en groupe. Très clairement, les réponses des personnes malades chroniques à cette question sont partagées, et des pourcentages sensiblement équivalents de patients déclarent une préférence pour une pratique individuelle ou collective, ou ne pas avoir de préférence (Carpiniello et coll., 2013 ; McDevitt et coll., 2006 ; Rastad et coll., 2014 ; Ussher et coll., 2007, troubles mentaux ; Poltawski et coll., 2015, AVC ; Petursdottir et coll., 2010, arthrose). Enfin, de façon plus ponctuelle Blaney et coll. (2013, cancer) rapportent une préférence marquée pour la pratique d'une activité physique en musique.

Agir sur les motivations à pratiquer une activité physique

Des techniques très différentes peuvent être identifiées dans la littérature comme stratégies de promotion de l'activité physique. Des études qualitatives montrent que les interventions auprès des personnes atteintes de maladies chroniques qui pratiquent une activité physique régulièrement, en particulier après un programme encadré, utilisent des stratégies aussi diverses que la fixation d'objectifs ou le fait de recevoir des appels d'un professionnel de santé (Donnelly et coll., 2013, cancer de l'utérus), l'enregistrement des comportements d'activité physique, la réévaluation cognitive⁷³ (Scott et

73. Travail de transformation des pensées négatives relatives à l'activité physique.

coll., 2015, échantillon mixte), ou encore plusieurs stratégies de changements de comportements simultanément tels que le contre conditionnement⁷⁴, ou le support social... (Romain et coll., 2015, diabète de type 2). En plus de cette diversité de techniques, la recherche interventionnelle se caractérise bien souvent par l'utilisation combinée de plusieurs techniques, afin d'agir de la façon la plus efficace possible sur la motivation des patients.

Une méta-analyse récente indique que le fait de s'appuyer sur un modèle théorique de la motivation pour concevoir une intervention résulte globalement en une augmentation significative de la quantité d'activité physique chez l'adulte (Gourlan et coll., 2016). Environ 50 % des 82 études incluses dans cette méta-analyse concernaient un échantillon de personnes âgées ou de personnes atteintes de maladie chronique. Les auteurs indiquent cependant que la qualité d'implémentation des modèles théoriques de ces travaux reste modeste. De plus, des interventions « a-théoriques » peuvent s'appuyer sur des stratégies susceptibles d'avoir un impact significatif sur la motivation des participants, bien que cela ne soit pas évalué. Dans ce sens, Prestwich et coll. (2014) ne trouvent pas de différences d'efficacité sur l'activité physique entre les études interventionnelles s'étant ou non appuyées sur une théorie. Ces deux méta-analyses rapportent également un niveau d'efficacité comparable entre les sous-ensembles d'études s'appuyant sur des théories différentes.

Afin de synthétiser les principaux résultats de cette littérature, deux tableaux synthétiques sont proposés, plutôt qu'une description minutieuse de chacune des interventions réalisées auprès de personnes malades chroniques (il s'agit en grande majorité d'essais randomisés contrôlés).

Le tableau 3.I présente les conclusions des études ayant cherché à agir sur la motivation des patients (et parfois leur niveau d'activité physique). Les éléments pour lesquels des résultats significatifs ont été obtenus sont indiqués. La colonne de droite précise quelles combinaisons de techniques d'intervention ont été employées ainsi que le moment de l'intervention.

Le tableau 3.II détaille quant à lui les techniques utilisées dans ces interventions, sur la base de la taxonomie CALO-RE (Michie et coll., 2011). Le tableau précise à quel niveau du parcours de soin des patients ces techniques ont été employées (selon les études, en parallèle d'un programme d'activité physique supervisé, ou de façon indépendante). Cependant, cela n'implique pas qu'elles ne peuvent pas être appliquées à d'autres moments. De plus, pour certaines techniques d'intervention, différents médias de diffusion ont pu

74. Remplacement du comportement « néfaste » (être dans son canapé pour regarder la télé) par un comportement alternatif (faire du vélo d'appartement).

Tableau 3.1 : Principaux résultats des études interventionnelles à orientation motivationnelle chez les malades chroniques

Référence	Pathologie (échantillon)	Mesure de l'AP	Variables motivationnelles	Intervention ¹
Pathologies cancéreuses				
Bennett et coll., 2007	Sein (n = 56)	Auto-rapportée	Auto-efficacité*	PAP ; 3-5, 7, 8, 13, 15
Falzon et coll., 2014	Sein (n = 158)	-	Auto-efficacité* ; bénéfiques/risques*	SC ; 1, 11
Mosher et coll., 2013	Sein et prostate (n = 543)	Auto-rapportée	Auto-efficacité ; barrières	SC ; 1, 3, 4, 6, 7
Peddle-McIntyre et coll., 2013 ²	Poumon (n = 15)	-	Attitudes ; normes sociales ; contrôle perçu* ; intentions	PAP ; 5, 7
Rogers et coll., 2011	Sein (n = 41)	Objective (actimètre)	Auto-efficacité ; barrières* ; amusement* ; peur du mouvement	PAP ; 1-3, 11, 12, 14
Trinh et coll., 2014	Sein (n = 87)	Auto-rapportée	Auto-efficacité ; normes sociales* ; contrôle perçu ; intentions	PAP ; 1, 3, 4, 12
Pathologies cardiovasculaires				
Aliabad et coll., 2014	Cardiopathie ischémique (n = 96)	Auto-rapportée*	Bénéfiques/risques* ; auto-efficacité* ; intentions* ; soutien social*	PAP ; 1, 3, 4, 9, 12, 13
Antypas et Wangberg, 2014	Différentes pathologies (n = 69)	Auto-rapportée*	Auto-efficacité ; intentions	PAP ; 4, 5
Duncan et coll., 2013	Insuffisance cardiaque (n = 42)	Comportementale (assiduité)*	Auto-efficacité*	PAP ; 2, 4, 6, 8, 11
Janssen et coll., 2014	Cardiopathie ischémique (n = 210)	Objective*	Planification*	Post ; 1-13
Maddison et Prapavassis, 2004	Cardiopathie ischémique (n = 171)	Auto-rapportée*	Auto-efficacité* ; auto-efficacité barrières	PAP ; 2, 8, 11
McCall et Ginis, 2004	Pathologie coronaire (n = 60)	Comportementale*	Sévérité* ; bénéfiques ; barrières*	PAP ; 1
Mildestvedt et coll., 2008	Pathologie coronaire (n = 217)	Auto-rapportée	Soutien du superviseur ; compétence perçue ; autodétermination	PAP ; 1, 4, 11
Moore et coll., 2006	Différentes pathologies (n = 250)	Objective*	Bénéfiques ; barrières ; auto-efficacité ; soutien social	Post ; 4, 8, 11, 13
Pinto et Dunsiger, 2015	Différentes pathologies (n = 130)	Auto-rapportée	Auto-efficacité ; bénéfiques/risques ; soutien social* ; amusement	Post ; 1-4, 6-8, 10, 12
Sniehotta et coll., 2005	Pathologie coronaire (n = 240)	-	Auto-efficacité* ; intentions*	PAP ; 3, 4 ; Post ; 5

Tableau 3.I (fin) : Principaux résultats des études interventionnelles à orientation motivationnelle chez les malades chroniques

Référence	Pathologie (échantillon)	Mesure de l'AP	Variables motivationnelles	Intervention ¹
Maladies métaboliques				
Annesi et coll., 2011	Obésité (n = 137)	Comportementale	Auto-efficacité*	PAP ; 3, 4, 6, 7, 14
Bélangier-Gravel et coll., 2013	Obésité (n = 101)	Objective*	Contrôle perçu ; auto-efficacité ; intentions	SC ; 1, 3-8
Gourlan et coll., 2013	Obésité (n = 62)	Auto-rapportée et objective*	Soutien du superviseur* ; compétence perçue ; autodétermination*	SC ; 1, 2, 4, 7, 8, 15
Gourlan ² et coll., 2014	Obésité (n = 18)	Auto-rapportée*	Autodétermination*	PAP ; 1, 2, 4, 6, 7
Silva et coll., 2010	Surpoids et obésité (n = 239)	Auto-rapportée*	Soutien du superviseur* ; compétence perçue* ; autodétermination*	SC ; 1, 2, 3, 4, 6, 7
Pathologies psychiatriques				
Littlecott et coll., 2014	Anxiété-dépression (n = 1 080)	Auto-rapportée*	Soutien du superviseur* ; compétence perçue ; autodétermination*	PAP ; 4, 7, 8, 15 Post ; 2, 13
Pathologies ostéo-articulaires				
Basler et coll., 2007	Lombalgie chronique (n = 170)	Auto-rapportée	Intentions	PAP ; 1, 3, 7, 12, 13
Coppack et coll., 2012	Lombalgie chronique (n = 48)	Auto-rapportée*	Autodétermination* ; auto-efficacité*	PAP ; 4, 6
Desai et coll., 2014	Arthrite (n = 486)	-	Barrières* ; bénéfices/risques* ; intentions*	Post ; 4, 7
Göhner et Schlicht, 2006	Lombalgie chronique (n = 47)	Auto-rapportée*	Auto-efficacité* ; barrières* ; intentions*	PAP ; 1, 3, 4, 6, 7
Linden et coll., 2014	Lombalgie chronique (n = 103)	-	Contrôle perçu ; peur du mouvement* ; douleur	PAP ; 1, 3, 4, 14
Mattukat et coll., 2014	Rhumatisme inflammatoire (n = 307)	Auto-rapportée*	Auto-efficacité*	PAP ; 1-4 ; Post ; 5
Vong et coll., 2011	Lombalgie chronique (n = 76)	Comportementale*	Auto-efficacité ; bénéfices* ; douleur	PAP ; 1, 4
Fleig et coll., 2013	Mixte (pathologies ostéo-articulaires et cardiovasculaires) (n = 1166)	Auto-rapportée*	Auto-efficacité* ; planification*	Post ; 4, 6, 9

* résultats significatifs ; ¹ les numéros indiqués correspondent aux techniques utilisées dans l'intervention telles que décrites dans le tableau 3.II ; ² ces études ne sont pas des essais randomisés contrôlés.

PAP : Programme d'activité physique ; SC = Soins courants ; Post : Post-programme d'activité physique.

Tableau 3.II : Description des techniques d'intervention utilisées dans les essais cliniques efficaces pour promouvoir l'activité physique

Interventions	Programme d'AP	Post-programme Soins courants
1. Information sur les effets du comportement (coûts et bénéfices pour la santé de l'individu)	21/38 (55 %)	1/5 (20 %) 9/17 (53 %)
2. Informations sur les activités pouvant être pratiquées et les opportunités de pratique (lieux, structures)	11/15 (73 %)	1/5 (20 %) 9/13 (69 %)
3. Anticipation des barrières (potentiels conflits de buts) et résolution de problèmes	19/32 (59 %)	1/5 (20 %) 3/10 (30 %)
4. Fixation d'objectifs (choix personnel de la nature, fréquence, intensité, durée de l'AP pratiquée)	26/39 (67 %)	5/14 (36 %) 7/14 (50 %)
5. Rappel des objectifs fixés et des séances prévues	3/9 (33 %)	2/4 (50 %) 1/5 (20 %)
6. <i>Feedback</i> sur le comportement (en particulier par rapport aux objectifs)	7/9 (78 %)	4/8 (50 %) 3/10 (30 %)
7. Renforcement (encouragements, félicitations) suite à la réalisation du comportement	7/15 (47 %)	1/5 (20 %) 5/11 (45 %)
8. <i>Monitoring</i> de l'adoption du comportement par le patient (journal)	4/6 (67 %)	2/10 (20 %) 5/9 (56 %)
9. Rappel d'une expérience positive (situation vécue comme une réussite quant à l'adoption du comportement)	5/5 (100 %)	3/3 (100 %)
10. Utilisation de signaux pour déclencher le comportement (par exemple, entre plusieurs actions habituelles)		1/5 (20 %)
11. Comparaison sociale (témoignage de patients ayant réussi à mettre en place le comportement)	4/12 (33 %)	1/5 (20 %) 2/2 (100 %)
12. Implication des proches (soutien et pratique conjointe de l'activité)	9/18 (50 %)	1/5 (20 %) 3/4 (75 %)
13. Stratégies de faire face à la rechute (anticipation de la gestion de périodes où le comportement n'est plus adopté)	6/9 (67 %)	1/5 (20 %)
14. Réévaluation cognitive (transformation des pensées négatives)	5/10 (50 %)	
15. Entretien motivationnel (méthode clinique basée sur l'initiative du patient, la minimisation de la résistance au changement et la prise en compte de son ambivalence)	1/1 (100 %)	4/5 (80 %)

Note : les colonnes de droite synthétisent la proportion de résultats significatifs sur l'ensemble des hypothèses testées ; les cellules vides témoignent de l'absence d'étude ayant inclus certaines techniques dans des interventions visant à promouvoir l'activité physique auprès de personnes atteintes de maladies chroniques à certains moments de leur parcours de santé.

être utilisés (entretien, appel téléphonique, SMS, site internet, carnet de suivi, brochure)⁷⁵.

75. L'efficacité de la plupart de ces techniques sur l'activité physique chez les malades chroniques est également discutée dans la littérature (O'Halloran et coll., 2014, surpoids et obésité ; Bélanger-Gravel et coll., 2010 ; maladies cardiovasculaires, Ferrier et coll., 2011 ; Karmali et coll., 2014, Morris et coll., 2014, Tierney et coll., 2012 ; troubles ostéo-articulaires, Beinart et coll., 2013).

Cette représentation dichotomique, avec les variables motivationnelles d'un côté et les techniques de l'autre, est loin d'être le fruit du hasard. En effet, deux lignes de recherche se sont longtemps développées de façon relativement autonome, une première en psychologie de la santé ; une autre davantage orientée sur les aspects cliniques, en médecine comportementale. En conséquence, la construction d'interventions dans lesquelles le choix de techniques est justifié théoriquement par des effets attendus sur une ou plusieurs variable(s) motivationnelle(s), et la mesure de ces variables, reste une exception (Gourlan et coll., 2016). Cependant, il faut souligner les efforts récemment opérés par certains auteurs pour tenter de réconcilier ces champs et leurs terminologies. Par exemple, Kok et coll. (2016) ont récemment publié un article qui détaille la nature des processus psychologiques sur lesquels agir, et les techniques à mettre en œuvre dans ce sens.

Conclusion

En conclusion, l'engagement durable des personnes atteintes de maladie chronique dans une activité physique est principalement motivé par le plaisir et l'intérêt qu'elles y trouvent, les bénéfices pour leur santé physique et leur bien-être psychologique. Quelques études mettent également en avant le rôle joué par l'image de soi de ces personnes vis-à-vis d'elles-mêmes. Les principales barrières à la pratique de l'activité physique sont liées à leur état de santé, et aux symptômes (douleur, fatigue...), qui peuvent résulter des soins reçus. En revanche, les motivations liées à une pratique pour satisfaire son entourage ou liées aux risques perçus semblent avoir peu de lien avec les comportements. Les croyances des individus en leurs capacités à pratiquer des activités physiques, en particulier dans des circonstances contraignantes (du fait de leur état de santé, de leur environnement de pratique ou des autres activités et rôles à assumer), représentent un facteur très important. L'environnement social (incluant le corps médical, les professionnels supervisant la pratique d'activité physique, les pairs, la famille) peut influencer de façon plus ou moins favorable la motivation de ces personnes, en fonction des messages adressés et des comportements adoptés. Enfin, si les intentions et la planification sont un processus incontournable dans un premier temps, la création de routines devient ensuite une nécessité pour que l'activité physique devienne un comportement adopté de façon automatique, ou habituelle.

La plupart des processus motivationnels opèrent de façon transversale dans toutes les populations de personnes malades chroniques, bien que certaines dimensions ou barrières s'expriment de façon plus ou moins marquée selon

les individus (âge, niveau de revenu ou d'éducation, genre, pathologie...). Concernant les modalités de pratique, des différences inter-individuelles importantes ont été identifiées, que ce soit concernant la nature de l'activité physique réalisée, ou le contexte (pratique individuelle ou collective ; avec d'autres patients ou non).

Enfin, un certain nombre de techniques d'intervention ont été identifiées comme des leviers efficaces pour favoriser la motivation des personnes atteintes de maladies chroniques envers la pratique de l'activité physique, que ce soit en cours de réadaptation, en post-réadaptation ou dans le cadre des soins courants.

RÉFÉRENCES

Ajzen I. The theory of planned behavior. In P.A.M. Lange, A.W. Kruglanski, E.T. Higgins, Eds. *Handbook of theories of social psychology*. London, UK : Sage 2012 ; 1 : 438-59.

Albert NM, Forney J, Slifcak E, Sorrell J. Understanding physical activity and exercise behaviors in patients with heart failure. *Heart Lung* 2015 ; 44 : 2-8.

Aliabad HO, Vafaeinasab M, Morowatisharifabad MA, et al. Maintenance of physical activity and exercise capacity after rehabilitation in coronary heart disease: a randomized controlled trial. *Glob J Health Sci* 2014 ; 6 : 198-208.

Altenburg WA, Ten Hacken NHT, Bossenbroek L, et al. Short and long term effects of a physical activity counselling programme in COPD: a randomized controlled trial. *Respiratory Med* 2013 ; 109 : 112-21.

Annesi J, Unruh J, Marti C, Gorjala S, Tennant G. Effect of the coach approach intervention on adherence to exercise in obese women: assessing the mediation of social cognitive theory factors. *Res Q Exerc Sport* 2011 ; 82 : 99-108.

Antypas K, Wangberg S. An Internet- and mobile-based tailored intervention to enhance maintenance of physical activity after cardiac rehabilitation: short-term results of a randomized controlled trial. *J Med Internet Res* 2014 ; 16 : 78-95.

Arnold E, Bruton A, Ellis-Hill C. Adherence to pulmonary rehabilitation: a qualitative study. *Respir Med* 2006 ; 100 : 1716-23.

Bandura A. *Self-efficacy: the exercise of control* New York, NY : Freeman, 1997.

Basen-Engquist K, Carmack C, Li Y, et al. Social-cognitive theory predictors of exercise behavior in endometrial cancer survivors. *Health Psychol* 2013 ; 32 : 1137-48.

Basler H, Bertalanffy H, Quint S, et al. TTM-based counselling in physiotherapy does not contribute to an increase of adherence to activity recommendations in older adults with chronic low back pain: a randomised controlled trial. *Eur J Pain* 2007 ; 11 : 31-7.

Basler H, Luckmann J, Wolf U, Quint S. Fear-avoidance beliefs, physical activity, and disability in elderly individuals with chronic low back pain and healthy controls. *Clin J Pain* 2008 ; 24 : 604-10.

Bassilios B, Judd F, Pattison P. Why don't people diagnosed with schizophrenia spectrum disorders (SSDs) get enough exercise? *Australas Psychiatry* 2014 ; 22 : 71-7.

Beinart N, Goodchild C, Weinman J, *et al.* Individual and intervention-related factors associated with adherence to home exercise in chronic low back pain: a systematic review. *Spine J* 2013 ; 13 : 1940-50.

Bélanger-Gravel A, Godin G, Vezina-Im L, *et al.* The effect of theory-based interventions on physical activity participation among overweight/obese individuals: a systematic review. *Obesity Rev* 2011 ; 12 : 430-9.

Bélanger-Gravel A, Godin G, Bilodeau A, *et al.* Physical activity beliefs among overweight/obese older adults: result from a theory of planned behavior elicitation study. *Int J Sport Psychol* 2013 ; 44 : 145-59.

Bélanger-Gravel A, Godin G, Bilodeau A, Poirier P. The effect of implementation intentions on physical activity among obese older adults: a randomised control study. *Psychol Health* 2013 ; 28 : 217-33.

Bennett J, Lyons K, Winters S, Nail L, Scherer J. Motivational interviewing to increase physical activity in long-term cancer survivors: a randomized controlled trial. *Nurs Res* 2007 ; 56 : 18-27.

Beverly E, Wray L. The role of collective efficacy in exercise adherence: a qualitative study of spousal support and type 2 diabetes management. *Health Educ Res* 2010 ; 25 : 211-23.

Bezyak J, Berven N, Chan F. Stages of change and physical activity among individuals with severe mental illness. *Rehabil Psychol* 2011 ; 56 : 182-90.

Blanchard C, Reid R, Morrin L, *et al.* Barrier self-efficacy and physical activity over a 12-month period in men and women who do and do not attend cardiac rehabilitation. *Rehabil Psychol* 2007 ; 52 : 65-73.

Blanchard C, Rodgers W, Courneya K, *et al.* Does barrier efficacy mediate the gender-exercise adherence relationship during phase II cardiac rehabilitation? *Rehabil Psychol* 2002 ; 47 : 106-20.

Blaney J, Lowe-Strong A, Rankin J, *et al.* The cancer rehabilitation journey: barriers to and facilitators of exercise among patients with cancer-related fatigue. *Phys Ther* 2010 ; 90 : 1135-47.

Blaney J, Lowe-Strong A, Rankin-Watt J, *et al.* Cancer survivors' exercise barriers, facilitators and preferences in the context of fatigue, quality of life and physical activity participation: a questionnaire-survey. *Psycho-Oncology* 2013 ; 22 : 186-94.

Bock B, Albrecht A, Traficante R, *et al.* Predictors of exercise adherence following participation in a cardiac rehabilitation program. *Int J Behav Med* 1997 ; 4 : 60-75.

Bonaksen T. Participation in physical activity among inpatients with several mental illness: a pilote study. *Int J Ther Rehab* 2011 ; 18 : 91-9.

Booth A, Lowis C, Dean M, *et al.* Diet and physical activity in the self-management of type 2 diabetes: barriers and facilitators identified by patients and health professionals. *Prim Health Care Res Dev* 2013 ; 14 : 293-306.

Bossenbroek L, De Greef M, Wempe J, *et al.* Daily physical activity in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review. *COPD* 2011 ; 8 : 306-19.

Brunet J, Sabiston C, Gaudreau P. A prospective investigation of the relationships between self-presentation processes and physical activity in women treated for breast cancer. *Health Psychol* 2014 ; 33 : 205-13.

Brunet J, Taran S, Burke S, Sabiston C. A qualitative exploration of barriers and motivators to physical activity participation in women treated for breast cancer. *Disabil Rehabil* 2013 ; 35 : 2038-45.

Campbell R, Evans M, Tucker M, *et al.* Why don't patients do their exercises? Understanding non-compliance with physiotherapy in patients with osteoarthritis of the knee. *J Epidemiol Community Health* 2001 ; 55 : 132-8.

Carpiniello B, Primavera D, Pilu A, *et al.* Physical activity and mental disorders: a case-control study on attitudes, preferences and perceived barriers in Italy. *J Ment Health* 2013 ; 22 : 492-500.

Casey D, De C, Dasgupta K. Understanding physical activity facilitators and barriers during and following a supervised exercise programme in type 2 diabetes: a qualitative study. *Diabet Med* 2010 ; 27 : 79-84.

Cavalcante B, Farah B, Barbosa J, *et al.* Are the barriers for physical activity practice equal for all peripheral artery disease patients? *Arch Phys Med Rehabil* 2015 ; 96 : 248-52.

Chevance G, Caudroit J, Romain A, Boiche J. The adoption of physical activity and eating behaviors among persons with obesity and in the general population: the role of implicit attitudes within the theory of planned behavior. *Psychol Health Med* 2017a ; 22 : 319-24.

Chevance G, Heraud N, Varray A, Boiche J. Change in explicit and implicit motivation toward physical activity and sedentary behavior in pulmonary rehabilitation and associations with postrehabilitation behaviors. *Rehab Psychol* 2017b ; 62 : 119-29.

Clark A, Mundy C, Catto S, Macintyre P. Participation in community-based exercise maintenance programs after completion of hospital-based cardiac rehabilitation: a mixed-method study. *J Cardiopulm Rehabil Prev* 2011 ; 31 : 42-6.

Coppack R, Kristensen J, Karageorghis C. Use of a goal setting intervention to increase adherence to low back pain rehabilitation: a randomized controlled trial. *Clin Rehab* 2012 ; 26 : 1032-42.

Courneya K, Friedenreich C, Sela R, *et al.* The group psychotherapy and home-based physical exercise (group-hope) trial in cancer survivors: physical fitness and quality of life outcomes. *Psychooncology* 2003 ; 12 : 357-74.

Courneya K, Friedenreich C, Sela R, *et al.* Correlates of adherence and contamination in a randomized controlled trial of exercise in cancer survivors: an application

of the theory of planned behavior and the five factor model of personality. *Ann Behav Med* 2002 ; 24 : 257-68.

Courneya K, Friedenreich C, Quinney H, *et al.* A longitudinal study of exercise barriers in colorectal cancer survivors participating in a randomized controlled trial. *Ann Behav Med* 2005 ; 29 : 147-53.

Courneya K, Jones L, Mackey J, Fairey A. Exercise beliefs of breast cancer survivors before and after participation in a randomized controlled trial. *Int J Behav Med* 2006 ; 13 : 259-64.

Courneya K, Mckenzie D, Reid R, *et al.* Barriers to supervised exercise training in a randomized controlled trial of breast cancer patients receiving chemotherapy. *Ann Behav Med* 2008 ; 35 : 116-22.

Craike M, Hose K, Livingston P. Physical activity participation and barriers for people with multiple myeloma. *Support Care Cancer* 2013 ; 21 : 927-34.

Culos-Reed S, Shields C, Brawley L. Breast cancer survivors involved in vigorous team physical activity: psychosocial correlates of maintenance participation. *Psycho-Oncology* 2005 ; 14 : 594-605.

Damush T, Perkins S, Mikesky A, *et al.* Motivational factors influencing older adults diagnosed with knee osteoarthritis to join and maintain an exercise program. *J Aging Phys Act* 2005 ; 13 : 45-59.

Danilack V, Weston N, Richardson C, *et al.* Reasons persons with COPD do not walk and relationship with daily step count. *COPD* 2014 ; 11 : 290-9.

Davis A. Exercise adherence in patients with chronic obstructive pulmonary disease: an exploration of motivation and goals. *Rehab Nursing* 2007 ; 32 : 104-10.

Dean S. Managing time: an interpretative phenomenological analysis of patients' and physiotherapists' perceptions of adherence to therapeutic exercise for low back pain. *Disabil Rehabil* 2005 ; 27 : 625-36.

Deci E, Ryan R. The what and why of goal pursuits: human needs and the self-determination of behavior. *Psychol Inquiry* 2000 ; 11 : 227-68.

Desai P, Hughes S, Peters K, Mermelstein R. Impact of telephone reinforcement and negotiated contracts on behavioral predictors of exercise maintenance in older adults with osteoarthritis. *Am J Health Behav* 2014 ; 38 : 465-77.

Dohnke B, Nowossadeck E, Müller-Fahrnow W. Motivation and participation in a phase-III cardiac rehabilitation programme: an application of the health action process approach. *Res Sports Med* 2010 ; 18 : 219-35.

Donnelly C, Lowe-Strong A, Rankin J, *et al.* A focus group study exploring gynecological cancer survivors' experiences and perceptions of participating in a RCT testing the efficacy of a home-based physical activity intervention. *Support Care Cancer* 2013 ; 21 : 1697-708.

Duncan K, Pozehl B, Hertzog M, Norman J. Psychological responses and adherence to exercise in heart failure. *Rehabil Nurs* 2014 ; 39 : 130-9.

Dutton G, Johnson J, Whitehead D, Bodendos J, Brantley P. Barriers to physical activity among predominantly low-income African-American patients with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2005 ; 28 : 1209-10.

Edmunds J, Ntoumanis N, Duda J. Adherence and well-being in overweight and obese patients referred to an exercise on prescription scheme: a self-determination theory perspective. *Psychol Sport Exerc* 2007 ; 8 : 722-40.

Egan A, Mahmood W, Fenton R, *et al.* Barriers to exercise in obese patients with type 2 diabetes. *QJM* 2013 ; 106 : 635-8.

Escolar-Reina P, Medina-Mirapeix F, Gascon-Canovas J, *et al.* How do care-provider and home exercise program characteristics affect patient adherence in chronic neck and back pain: a qualitative study. *BMC Health Serv Res* 2010 ; 10 : 60.

Falzon C, Chalabaev A, Schuft L, *et al.* Beliefs about physical activity in sedentary cancer patients: an in-depth interview study in France. *Asian Pac J Cancer Prev* 2012 ; 13 : 6033-8.

Falzon C, Radel R, Cantor A, D'arripe-Longueville F. Understanding narrative effects in physical activity promotion: the influence of breast cancer survivor testimony on exercise beliefs, self-efficacy, and intention in breast cancer patients. *Support Care Cancer* 2015 ; 23 : 761-8.

Ferrand C, Perrin C, Nasarre S. Motives for regular physical activity in women and men: A qualitative study in French adults with type 2 diabetes, belonging to a patients' association. *Health Soc Care Community* 2008 ; 16 : 511-20.

Ferrier S, Blanchard C, Vallis M, Giacomantonio N. Behavioural interventions to increase the physical activity of cardiac patients: a review? *Eur J Cardiovasc Prev Rehab* 2011 ; 18 : 15-32.

Fischer M, Scharloo M, Abbink J, *et al.* Participation and drop-out in pulmonary rehabilitation: a qualitative analysis of the patient's perspective. *Clin Rehabil* 2007 ; 21 : 212-21.

Fleig L, Pomp S, Schwarzer R, Lippke S. Promoting exercise maintenance: how interventions with booster sessions improve long-term rehabilitation outcomes. *Rehabil Psychol* 2013 ; 58 : 323-33.

Fletcher S, Burley M, Thomas K, Mitchell E. Feeling supported and abandoned: mixed messages from attendance at a rural community cardiac rehabilitation program in Australia. *J Cardiopulm Rehabil Prev* 2014 ; 34 : 29-33.

Fortier M, Sweet S, Tulloch H, *et al.* Self-determination and exercise stages of change: results from the diabetes aerobic and resistance exercise trial. *J Health Psychol* 2012 ; 17 : 87-99.

Fuller B, Stewart Williams J, Byles J. Active living: the perception of older people with chronic conditions. *Chronic Illn* 2010 ; 6 : 294-305.

Gho S, Munro B, Jones S, Steele J. Perceived exercise barriers explain exercise participation in Australian women treated for breast cancer better than perceived exercise benefits. *Phys Ther* 2014 ; 94 : 1765-74.

Glover C, Ferron J, Whitley R. Barriers to exercise among people with severe mental illnesses. *Psychiatr Rehabil J* 2013 ; 36 : 45-7.

Göhner W, Schlicht W. Preventing chronic back pain: evaluation of a theory-based cognitive-behavioural training programme for patients with subacute back pain. *Patient Educ Couns* 2006 ; 64 : 87-95.

Götte M, Kesting S, Winter C, *et al.* Experience of barriers and motivations for physical activities and exercise during treatment of pediatric patients with cancer. *Pediatr Blood Cancer* 2014 ; 61 : 1632-7.

Gourlan M, Bernard P, Bortolon C, *et al.* Efficacy of theory-based interventions to promote physical activity. A meta-analysis of randomised controlled trials. *Health Psychol Rev* 2016 ; 10 : 50-66.

Gourlan M, Sant F, Boiche J. Impact of a supervised exercise program supporting autonomy on the adoption of an active lifestyle among obese adolescents: a self-determination theory perspective. *J Sports Med Phys Fitness* 2014 ; 54 : 793-801.

Gourlan M, Sarrazin P, Trouilloud D. Motivational interviewing as a way to promote physical activity in obese adolescents: a randomised-controlled trial using self-determination theory as an explanatory framework. *Psychol Health* 2013 ; 28 : 1265-86.

Gourlan M, Sarrazin P, Trouilloud D. Caractéristiques motivationnelles des adolescents obèses vis-à-vis des activités physiques : une étude dans le cadre de la théorie de l'autodétermination. *Rev Euro Psychol Appl* 2013 ; 63 : 209-18.

Gourlan M, Trouilloud D, Boiche J. Motivational profiles for physical activity practice in adults with type 2 diabetes: a self-determination theory perspective. *Behav Med* 2016 ; 42 : 227-37.

Gyurcsik N, Brawley L, Spink K, Sessford J. Meeting physical activity recommendations: Self-regulatory efficacy characterizes differential adherence during arthritis flares. *Rehabil Psychol* 2013 ; 58 : 43-50.

Hartman J, Ten Hacken N, De Greef M, Boezen H. Self-efficacy for physical activity and insight into its benefits are modifiable factors associated with physical activity in people with COPD: a mixed-methods study. *J Physiother* 2013 ; 59 : 117-24.

Hefferon K, Murphy H, Mcleod J, *et al.* Understanding barriers to exercise implementation 5-year post-breast cancer diagnosis: a large-scale qualitative study. *Health Educ Res* 2013 ; 28 : 843-56.

Heinrich K, Patel P, O'neal J, Heinrich B. High-intensity compared to moderate-intensity training for exercise initiation, enjoyment, adherence, and intentions: an intervention study. *BMC Public Health* 2014 ; 14 : 789.

Hellem E, Bruusgaard K. Exercise maintenance: COPD patients' perception and perspectives on elements of success in sustaining long-term exercise. *Physiother Theory Pract* 2012 ; 28 : 206-20.

Hendry M, Williams N, Markland D, *et al.* Why should we exercise when our knees hurt? A qualitative study of primary care patients with osteoarthritis of the knee. *Fam Pract* 2006 ; 23 : 558-67.

- Holden M, Nicholls E, Young J, *et al.* Role of exercise for knee pain: what do older adults in the community think? *Arthritis Care Res (Hoboken)* 2012 ; 64 : 1554-64.
- Husebo A, Karlsen B, Allan H, *et al.* Factors perceived to influence exercise adherence in women with breast cancer participating in an exercise programme during adjuvant chemotherapy: a focus group study. *J Clin Nurs* 2014 ; 24 : 500.
- Ingram C, Wessel J, Courneya K. Women's perceptions of home-based exercise performed during adjuvant chemotherapy for breast cancer. *Eur J Oncol Nurs* 2010 ; 14 : 238-43.
- Janssen V, Gucht V, Van Exel H, Maes S. A self-regulation lifestyle program for post-cardiac rehabilitation patients has long-term effects on exercise adherence. *J Behav Med* 2014 ; 37 : 308-21.
- Jewson E, Spittle M, Casey M. A preliminary analysis of barriers, intentions, and attitudes towards moderate physical activity in women who are overweight. *J Sci Med Sport* 2008 ; 11 : 558-61.
- Johnson M, Anderson J, Walker A, *et al.* Common dyadic coping is indirectly related to dietary and exercise adherence via patient and partner diabetes efficacy. *J Fam Psychol* 2013 ; 27 : 722-30.
- Johnstone RKMS. Barriers to uptake of physical activity in community-based patients with schizophrenia. *J Ment Health* 2009 ; 18 : 523-32.
- Jurkiewicz M, Marzolini S, Oh P. Adherence to a home-based exercise program for individuals after stroke. *Top Stroke Rehabil* 2011 ; 18 : 277-84.
- Kaltsatou A, Kouidi E, Anifanti M, *et al.* Functional and psychosocial effects of either a traditional dancing or a formal exercising training program in patients with chronic heart failure: a comparative randomized controlled study. *Clin Rehabil* 2014 ; 28 : 128-38.
- Kang D, Chung J, Lee M, *et al.* Exercise barriers in korean colorectal cancer patients. *Asian Pac J Cancer Prev* 2014 ; 15 : 7539-45.
- Karmali KN, Davies P, Taylor F, *et al.* Promoting patient uptake and adherence in cardiac rehabilitation. *Cochrane Database Syst Rev* 2014 ; 25 : CD007131.
- Kartolo A, Cheng S, Petrella T. Motivation and preferences of exercise programmes in patients with inoperable metastatic lung cancer: a need assessment. *Support Care Cancer* 2016 ; 24 : 129-37.
- Keating A, Lee A, Holland A. Lack of perceived benefit and inadequate transport influence uptake and completion of pulmonary rehabilitation in people with chronic obstructive pulmonary disease: a qualitative study. *J Physiother* 2011 ; 57 : 183-90.
- Keogh J, Patel A, Macleod R, *et al.* Perceived barriers and facilitators to physical activity in men with prostate cancer: Possible influence of androgen deprivation therapy. *Eur J Cancer Care* 2014 ; 23 : 263-73.
- King A, Marcus B, Ahn D, *et al.* Identifying subgroups that succeed or fail with three levels of physical activity intervention. The activity counseling trial. *Health Psychol* 2006 ; 25 : 336-47.

Kok G, Goettlib N, Peters G, *et al.* A taxonomy of behaviour change methods: an intervention mapping approach. *Health Psychol Rev* 2016 ; 10 : 297-312.

Lascar N, Kennedy A, Hancock B, *et al.* Attitudes and barriers to exercise in adults with type 1 diabetes (T1DM) and how best to address them: a qualitative study. *PLoS One* 2014 ; 9 : e108019.

Latka R, Alvarez R, Cadmus L, *et al.* Adherence to a randomized controlled trial of aerobic exercise in breast cancer survivors: the Yale exercise and survivorship study. *J Cancer Surviv* 2009 ; 3 : 148-57.

Lawton J, Ahmad N, Hanna L, *et al.* I can't do any serious exercise: barriers to physical activity amongst people of Pakistani and Indian origin with Type 2 diabetes. *Health Educ Res* 2006 ; 21 : 43-54.

Lennon O, Doody C, Ni C, *et al.* Barriers to healthy-lifestyle participation in stroke: consumer participation in secondary prevention design. *Int J Rehabil Res* 2013 ; 36 : 354-61.

Leonhardt C, Lehr D, Chenot J, *et al.* Are fear-avoidance beliefs in low back pain patients a risk factor for low physical activity or vice versa? A cross-lagged panel analysis. *Psychosoc Med* 2009 ; 6 : Doc01.

Linden M, Scherbe S, Cicholas B. Randomized controlled trial on the effectiveness of cognitive behavior group therapy in chronic back pain patients. *J Back Musculoskelet Rehabil* 2014 ; 27 : 563-8.

Littlecot H, Moore G, Moore L, *et al.* Psychosocial mediators of change in physical activity in the Welsh national exercise referral scheme: secondary analysis of a randomised controlled trial. *Int J Behav Nutr Physical Act* 2014 ; 11 : 109.

Loeppenthin K, Esbensen Ba, Ostergaard M, *et al.* Physical activity maintenance in patients with rheumatoid arthritis: a qualitative study. *Clin Rehabil* 2014 ; 28 : 289-99.

Loh S, Lee S, Quek K, *et al.* Barriers to participation in a randomized controlled trial of Qigong exercises amongst cancer survivors: lessons learnt. *Asian Pac J Cancer Prev* 2012 ; 13 : 6337-42.

Loof H, Demmelmaier I, Henriksson Ew, *et al.* Fear-avoidance beliefs about physical activity in adults with rheumatoid arthritis. *Scand J Rheumatol* 2015 ; 44 : 93.

Lynch B, Owen N, Hawkes A, *et al.* Perceived barriers to physical activity for colorectal cancer survivors. *Support Care Cancer* 2010 ; 18 : 729-34.

Maddison R, Prapavessis H. Using self-efficacy and intention to predict exercise compliance among patients with ischemic heart disease. *J Sport Exerc Psychol* 2004 ; 26 : 511-24.

Mancuso C. Barriers and facilitators to healthy physical activity in asthma patients. *J Asthma* 2006 ; 43 : 137-43.

Mangeri F, Montesi L, Forlani G, *et al.* A standard ballroom and Latin dance program to improve fitness and adherence to physical activity in individuals with type 2 diabetes and in obesity. *Diabetol Metab Syndr* 2014 ; 6 : 74.

- Martin A, Woods C. What sustains long-term adherence to structured physical activity after a cardiac event? *J Aging Phys Act* 2012 ; 20 : 135-47.
- Marzolini S, Mertens D, Oh P, *et al.* Self-reported compliance to home-based resistance training in cardiac patients. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2010 ; 17 : 35-41.
- Mattukat K, Rennert D, Brandes I, *et al.* Short- and long-term effects of intensive training and motivational programme for continued physical activity in patients with inflammatory rheumatic diseases. *Eur J Phys Rehabil Med* 2014 ; 50 : 395-409.
- Mccall La, Ginis Kam. The Effects of message framing on exercise adherence and health beliefs among patients in a cardiac rehabilitation program. *J Applied Biobehav Res* 2004 ; 9 : 122-35.
- Mccorry N, Corrigan M, Tully M, *et al.* Perceptions of exercise among people who have not attended cardiac rehabilitation following myocardial infarction. *J Health Psychol* 2009 ; 14 : 924-32.
- McDevitt J, Snyder M, Miller A, *et al.* Perceptions of barriers and benefits to physical activity among outpatients in psychiatric rehabilitation. *J Nursing Scholarship* 2006 ; 38 : 50-5.
- Mcguire R, Waltman N, Zimmerman L. Intervention components promoting adherence to strength training exercise in breast cancer survivors with bone loss. *West J Nurs Res* 2011 ; 33 : 671-89.
- Medina-Mirapeix F, Escolar-Reina P, Gascon-Canovas Jj, *et al.* Personal characteristics influencing patients' adherence to home exercise during chronic pain: a qualitative study. *J Rehabil Med* 2009 ; 41 : 347-52.
- Medina-Mirapeix F, Escolar-Reina P, Gascon-Canovas JJ, *et al.* Predictive factors of adherence to frequency and duration components in home exercise programs for neck and low back pain: an observational study. *BMC Musculoskelet Disord* 2009 ; 10 : 155.
- Michie S, Ashford S, Sniehotta FF, *et al.* A refined taxonomy of behaviour change techniques to help people change their physical activity and healthy eating behaviours: the CALO-RE taxonomy. *Psychol Health* 2011 ; 26 : 1479-98.
- Mier N, Medina A, Ory M. Mexican Americans with type 2 diabetes: perspectives on definitions, motivators, and programs of physical activity. *Prev Chronic Dis* 2007 ; 4 : A24.
- Mildestvedt T, Meland E, Eide G. How important are individual counselling, expectancy beliefs and autonomy for the maintenance of exercise after cardiac rehabilitation? *Scand J Public Health* 2008 ; 36 : 832-40.
- Millen J, Bray S. Self-efficacy and adherence to exercise during and as a follow-up to cardiac rehabilitation. *J Applied Soc Psychol* 2008 ; 38 : 2072-87.
- Moore S, Charvat J, Gordon N, *et al.* Effects of a CHANGE intervention to increase exercise maintenance following cardiac events. *Ann Behav Med* 2006 ; 31 : 53-62.
- Morris J, Macgillivray S, Mcfarlane S. Interventions to promote long-term participation in physical activity after stroke: a systematic review of the literature. *Arch Phys Med Rehabil* 2014 ; 95 : 956-67.

Mosher C, Lipkus I, Sloane R, *et al.* Long-term outcomes of the FRESH START trial: exploring the role of self-efficacy in cancer survivors' maintenance of dietary practices and physical activity. *Psycho-Oncology* 2013 ; 22 : 876-85.

Murray A, Hall A, Williams G, *et al.* Effect of a self-determination theory-based communication skills training program on physiotherapists' psychological support for their patients with chronic low back pain: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2015 ; 96 : 809-16.

Murray T, Rodgers W. The role of socioeconomic status and control beliefs on frequency of exercise during and after cardiac rehabilitation. *Appl Psychol Health Well Being* 2012 ; 4 : 49-66.

Nicholson S, Donaghy M, Johnston M, *et al.* A qualitative theory guided analysis of stroke survivors' perceived barriers and facilitators to physical activity. *Disabil Rehabil* 2014 ; 36 : 1857.

O'halloran P, Blackstock F, Shields N, *et al.* Motivational interviewing to increase physical activity in people with chronic health conditions: a systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil* 2014 ; 28 : 1159-71.

Oliver K, Cronan T. Predictors of exercise behaviors among fibromyalgia patients. *Prev Med* 2002 ; 35 : 383-9.

O'shea S, Taylor N, Paratz J. But watch out for the weather: factors affecting adherence to progressive resistance exercise for persons with COPD. *J Cardiopulm Rehabil Prev* 2007 ; 27 : 166-74.

Orzech K, Vivian J, Huebner Torres C, *et al.* Diet and exercise adherence and practices among medically underserved patients with chronic disease: variation across four ethnic groups. *Health Educ Behav* 2013 ; 40 : 56-66.

Ottenbacher A, Day R, Taylor W, *et al.* Exercise among breast and prostate cancer survivors: what are their barriers? *J Cancer Surviv* 2011 ; 5 : 413-9.

Oyekanmi G, Paxton R. Barriers to physical activity among African American breast cancer survivors. *Psycho-Oncology* 2014 ; 23 : 1314-7.

Peddle C, Jones L, Eves N, *et al.* Correlates of adherence to supervised exercise in patients awaiting surgical removal of malignant lung lesions: results of a pilot study. *Oncol Nursing Forum* 2009 ; 36 : 287-95.

Peddle-Mcintyre C, Bell G, Fenton D, *et al.* Changes in motivational outcomes after a supervised resistance exercise training intervention in lung cancer survivors. *Cancer Nurs* 2013 ; 36 : E27-35.

Pentecost C, Taket A. Understanding exercise uptake and adherence for people with chronic conditions: a new model demonstrating the importance of exercise identity, benefits of attending and support. *Health Educ Res* 2011 ; 26 : 908-22.

Petursdottir U, Arnadottir Sa, Halldorsdottir S. Facilitators and barriers to exercising among people with osteoarthritis: a phenomenological study. *Phys Ther* 2010 ; 90 : 1014-25.

Philip E, Coups E, Feinstein M, *et al.* Physical activity preferences of early-stage lung cancer survivors. *Support Care Cancer* 2014 ; 22 : 495-502.

- Pinto B, Dunsiger S. Mediators of exercise maintenance after cardiac rehabilitation. *J Cardiopulm Rehabil Prev* 2015 ; 35 : 13-20.
- Pinto B, Rabin C, Dunsiger S. Home-based exercise among cancer survivors: adherence and its predictors. *Psycho-Oncology* 2009 ; 18 : 369-76.
- Plotnikoff R, Lubans D, Penfold C, *et al.* Testing the utility of three social-cognitive models for predicting objective and self-report physical activity in adults with type 2 diabetes. *Br J Health Psychol* 2014 ; 19 : 329-46.
- Poltawski L, Boddy K, Forster A, *et al.* Motivators for uptake and maintenance of exercise: perceptions of long-term stroke survivors and implications for design of exercise programmes. *Disabil Rehabil* 2015 ; 37 : 795-801.
- Portnoy D, Kaufman A, Klein W, *et al.* Cognitive and affective perceptions of vulnerability as predictors of exercise intentions among people with type 2 diabetes. *J Risk Res* 2014 ; 17 : 177-93.
- Prestwich A, Sniehotta F, Whittington C, *et al.* Does theory influence the effectiveness of health behavior interventions? Meta-analysis. *Health Psychol* 2014 ; 33 : 465-74.
- Prochaska J, Johnson S, Lee P. The transtheoretical model of behavior change. In S. Schumaker, E. Schorn, J. Ockenes, K. Richert (Eds.). *The handbook of health behavior change* 2009, 3rd ed. New York, NY : Springer, 2009 : 59-83.
- Rastad C, Martin C, Asenlof P. Barriers, benefits, and strategies for physical activity in patients with schizophrenia. *Phys Ther* 2014 ; 94 : 1467-79.
- Resnick B, Michael K, Shaughnessy M, *et al.* Motivators for treadmill exercise after stroke. *Top Stroke Rehabil* 2008 ; 15 : 494-502.
- Ries A, Kaplan R, Myers R, *et al.* Maintenance after pulmonary rehabilitation in chronic lung disease: a randomized trial. *Am J Respir Crit Care Med* 2003 ; 167 : 880-8.
- Rogers R. Cognitive and physiological processes in fear appeals and attitude change: a revised theory of protection motivation. In J. Cacioppo, R. Petty (Eds.). *Social psychophysiology*. New York : Guilford Press, 1983.
- Rogers L, Courneya K, Shah P, *et al.* Exercise stage of change, barriers, expectations, values and preferences among breast cancer patients during treatment: a pilot study. *Eur J Cancer Care* 2007 ; 16 : 55-66.
- Rogers L, Markwell S, Hopkins-Price P, *et al.* Reduced barriers mediated physical activity maintenance among breast cancer survivors. *J Sport Exerc Psychol* 2011 ; 33 : 235-54.
- Rogers L, Vicari S, Courneya K. Lessons learned in the trenches : facilitating exercise adherence among breast cancer survivors in a group setting. *Cancer Nurs* 2010 ; 33 : E10-7.
- Rogerson M, Murphy B, Bird S, *et al.* "I don't have the heart": a qualitative study of barriers to and facilitators of physical activity for people with coronary heart disease and depressive symptoms. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2012 ; 9 : 140.

Romain A, Bernard P, Galvez M, *et al.* Response to an exercise intervention for patients with type 2 diabetes: a preliminary study of processes of change. *J Appl Biobehav Res* 2015 ; 20 : 130-6.

Rosenstock I. Historical origins of the health belief model. *Health Educ Monogr* 1974 ; 2 : 328.

Scholz U, Sniehotta F, Schwarzer R. Predicting physical exercise in cardiac rehabilitation: the role of phase-specific self-efficacy beliefs. *J Sport Exerc Psychol* 2005 ; 27 : 135-51.

Schwarzer R. Modeling health behavior change: how to predict and modify the adoption and maintenance of health behaviors. *Appl Psychol* 2008 ; 57 : 1-29.

Schwarzer R, Luszczynska A. How to overcome health-compromising behaviors: the health action process approach. *Eur Psychol* 2008 ; 2 : 141-51.

Schwarzer R, Luszczynska A, Ziegelmann J, *et al.* Social-cognitive predictors of physical exercise adherence: three longitudinal studies in rehabilitation. *Health Psychol* 2008 ; 27 : S54-S63.

Scott S, Breckon J, Copeland R, *et al.* Determinants and strategies for physical activity maintenance in chronic health conditions: a qualitative study. *J Phys Act Health* 2015 ; 12 : 733-40.

Sharp J, Freeman C. Patterns and predictors of uptake and adherence to cardiac rehabilitation. *J Cardiopulm Rehabil Prev* 2009 ; 29 : 241-7.

Silva M, Markland D, Vieira P, *et al.* Helping overweight women become more active: need support and motivational regulations for different forms of physical activity. *Psychol Sport Exerc* 2010 ; 11 : 591-601.

Slovinec D'angelo M, Pelletier L, Reid R, *et al.* The roles of self-efficacy and motivation in the prediction of short- and long-term adherence to exercise among patients with coronary heart disease. *Health Psychol* 2014 ; 33 : 1344-53.

Sniehotta F, Scholz U, Schwarzer R, *et al.* Long-term effects of two psychological interventions on physical exercise and self-regulation following coronary rehabilitation. *Int J Behav Med* 2005 ; 12 : 244-55.

Soundy A. Exploring variability and perceptions of lifestyle physical activity among individuals with severe and enduring mental health problems: a qualitative study. *J Ment Health* 2007 ; 16 : 493-503.

Spector D, Battaglini C, Groff D. Perceived exercise barriers and facilitators among ethnically diverse breast cancer survivors. *Oncol Nurs Forum* 2013 ; 40 : 472-80.

Stewart K, Meis J, Van De Bool C, *et al.* Maintenance of a physically active lifestyle after pulmonary rehabilitation in patients with COPD: a qualitative study toward motivational factors. *J Am Med Dir Assoc* 2014 ; 15 : 655-64.

Sutton E, Rolfe D, Landry M, *et al.* Cardiac rehabilitation and the therapeutic environment: the importance of physical, social, and symbolic safety for programme participation among women. *J Adv Nurs* 2012 ; 68 : 1834-46.

Sweet S, Tulloch H, Fortier M, *et al.* Patterns of motivation and ongoing exercise activity in cardiac rehabilitation settings: a 24-month exploration from the TEACH study. *Ann Behav Med* 2011 ; 42 : 55-63.

Tierney S, Mamas M, Woods S, *et al.* What strategies are effective for exercise adherence in heart failure? A systematic review of controlled studies. *Heart Fail Rev* 2012 ; 17 : 107-15.

Thomas N, Alder E, Leese G. Barriers to physical activity in patients with diabetes. *Postgrad Med J* 2004 ; 80 : 287-91.

Thorpe O, Johnson K, Kumar S. Barriers and enablers to physical activity participation in patients with COPD: a systematic review. *J Cardiopulm Rehabil Prev* 2012 ; 32 : 359-69.

Trinh L, Mutrie N, Campbell A, *et al.* Effects of supervised exercise on motivational outcomes in breast cancer survivors at 5-year follow-up. *Eur J Oncol Nurs* 2014 ; 18 : 557-63.

Tuakli-Wosornu Y, Rowan M, Gittelsohn J. Perceptions of physical activity, activity preferences and health among a group of adult women in urban Ghana : a pilot study. *Ghana Med J* 2014 ; 48 : 3-13.

Tulloch H, Sweet S, Fortier M, *et al.* Exercise facilitators and barriers from adoption to maintenance in the diabetes aerobic and resistance exercise trial. *Can J Diabetes* 2013 ; 37 : 367-74.

Ussher M, Stanbury L, Cheeseman V, *et al.* Physical activity preferences and perceived barriers to activity among persons with severe mental illness in the United Kingdom. *Psychiatr Serv* 2007 ; 58 : 405-8.

Vallerand Rj, Thill E. *Introduction à la psychologie de la motivation*. Paris : Vigot, 1993.

Vancampfort D, Knapen J, Probst M, *et al.* A systematic review of correlates of physical activity in patients with schizophrenia. *Acta Psychiatr Scand* 2012 ; 125 : 352-62.

Vancampfort D, De Hert M, Vansteenkiste M, *et al.* The importance of self-determined motivation towards physical activity in patients with schizophrenia. *Psychiatry Res* 2013 ; 210 : 812-8.

Vancampfort D, De Hert M, Stubbs B, *et al.* Negative symptoms are associated with lower autonomous motivation towards physical activity in people with schizophrenia. *Compr Psychiatry* 2015 ; 56 : 128-32.

Vancampfort D, Stubbs B, Venigalla S, *et al.* Adopting and maintaining physical activity behaviours in people with severe mental illness: the importance of autonomous motivation. *Prev Med* 2015 ; 81 : 216-20.

Vancampfort D, Moens H, Madou T, *et al.* Autonomous motivation is associated with the maintenance stage of behaviour change in people with affective disorders. *Psychiatry Res* 2016 ; 30 : 267-71.

Verplanken B, Aarts H. Habit, attitude, and planned behavior: is habit an empty construct or an interesting case of goal-directed automaticity ? *Eur Rev Soc Psychol* 1999 ; 10 : 101-34.

Vong S, Cheing G, Chan F, *et al.* Motivational enhancement therapy in addition to physical therapy improves motivational factors and treatment outcomes in people with low back pain: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2011 ; 92 : 176-83.

Wang M, Donovan-Hall M, Hayward H, *et al.* People's perceptions and beliefs about their ability to exercise with rheumatoid arthritis: a qualitative study. *Musculoskeletal Care* 2015 ; 13 : 112-5.

Weinstein N. Why it won't happen to me: Perceptions of risk factors and illness susceptibility. *Health Psychol* 1984 ; 3 : 431-57.

White K, Terry D, Troup C, *et al.* Behavioral, normative and control beliefs underlying low-fat dietary and regular physical activity behaviors for adults diagnosed with type 2 diabetes and/or cardiovascular disease. *Psychol Health Med* 2007 ; 12 : 485-94.

Wister A, Romeder Z. The chronic illness context and change in exercise self-care among older adults: a longitudinal analysis. *Can J Aging* 2002 ; 21 : 521-34.

Woodard C, Berry M. Enhancing adherence to prescribed exercise: structured behavioral interventions in clinical exercise programs. *J Cardiopulm Rehabil* 2001 ; 21 : 201.

Woodgate J, Brawley L, Shields C. Social support in cardiac rehabilitation exercise maintenance: associations with self-efficacy and health-related quality of life. *J Appl Soc Psychol* 2007 ; 37 : 1041-59.

Yates B, Price-Fowlkes T, Agrawal S. Barriers and facilitators of self-reported physical activity in cardiac patients. *Res Nursing Health* 2003, 26 : 459-69.

Zalewski Kr, Dvorak L. Barriers to physical activity between adults with stroke and their care partners. *Top Stroke Rehabil* 2011 ; 18 : 666-75.

Zhang K, Dindoff K, Arnold J, *et al.* What matters to patients with heart failure? The influence of non-health-related goals on patient adherence to self-care management. *Patient Educ Couns* 2015 ; 98 : 927-34.

4

Approche psychologique de la maladie chronique

Selon le rapport de l'OMS (2014), 68 % des décès dans le monde en 2012 ont été causés par une maladie chronique non transmissible, soit 38 millions de personnes. En 2030, le nombre de décès pourrait dépasser les 52 millions. Ces maladies sont essentiellement d'origine comportementale, la part du déterminant génétique diminuant avec l'avancée en âge. En France, 28 millions de personnes suivent un traitement au long cours, parmi lesquelles 15 millions sont atteintes de maladies chroniques et 9 millions sont déclarées en affections de longue durée (Briançon et coll., 2010). Les patients doivent faire face à des problèmes de santé persistants et des situations de handicap, éviter de nouvelles maladies, surmonter des difficultés familiales et socio-économiques et se confronter à des regards qui ne sont pas toujours bienveillants (OMS, 2006 ; Matheson et coll., 2011). Ils doivent apprendre à vivre au mieux avec leur maladie.

L'inactivité physique et la sédentarité favorisent la survenue d'une maladie chronique (Knight, 2012) et son aggravation (Doukky et coll., 2016). *A contrario*, la pratique d'une activité physique suffisamment personnalisée, intense et régulière peut retarder la survenue d'une maladie chronique, limiter ses conséquences et dans quelques cas, la guérir. Pour promouvoir l'activité physique et lutter contre la sédentarité, des actions multimodales sur le long terme sont nécessaires : elles concernent à la fois les domaines environnemental, politique, social, organisationnel, économique, technologique et comportemental (Kohl et coll., 2012). Mais à plus court terme, pour améliorer leur état de santé et augmenter leur durée de vie avec une qualité de vie satisfaisante, ces personnes fragilisées par une maladie chronique ont besoin d'actions concrètes telles que des programmes d'activité physique ciblés et supervisés, c'est-à-dire des programmes d'activités physiques adaptées (APA). Ce chapitre vise 1) à mieux comprendre les processus psychologiques mis en jeu dans la maladie chronique qui influent sur l'engagement durable dans une pratique d'APA, 2) à faire connaître les principaux facteurs psychologiques à prendre en compte pour l'évaluation des programmes

d'APA et 3) à souligner l'importance de la prise en compte des déterminants psychologiques dans la mise en œuvre et la réussite de ces programmes.

Caractéristiques psychologiques associées à une maladie chronique

Distorsion entre le niveau d'activité physique réel et perçu

De nombreux travaux montrent des biais de surestimation subjective de la pratique physique hebdomadaire tant en intensité qu'en durée (Fox, 1997). Aux États-Unis par exemple, 40 % des adultes déclarent par questionnaire atteindre le seuil bénéfique à la santé, alors qu'ils ne sont que 4 % lorsque l'évaluation se fait par un accéléromètre (Troiano et coll., 2008). Sur une cohorte d'adultes suivis en moyenne 12 ans, si l'évaluation de la condition physique se fait sur un tapis de marche (évaluation objective) par rapport à une évaluation par questionnaire (évaluation subjective), l'analyse des résultats montre que seule l'évaluation objective permet de mettre en évidence une baisse importante du risque relatif de mortalité (RR = 0,96 ; IC 95 % [0,61-1,53] *versus* RR = 0,62 ; IC 95 % [0,54-0,72]) (Lee et coll., 2011). Cette distorsion entre la perception d'une pratique physique et la réalité objective est retrouvée chez des patients récemment diagnostiqués d'une maladie chronique (Pitta et coll., 2006 ; Matheson et coll., 2011). Le cerveau a tendance à surestimer la dose d'activité physique hebdomadaire.

Inactivité physique, un possible signe annonciateur de maladie chronique

L'inactivité physique ou la sédentarité sont l'un des quatre facteurs de risque majeurs de maladie chronique (Blair et coll., 1989). Cela est démontré dans des maladies chroniques d'origine métabolique et cardiovasculaire, mais aussi dans des maladies pour lesquelles le lien n'est pas aussi intuitif : maladies neurodégénératives, cancers ou dépressions. L'inactivité physique est ainsi à l'origine de dépenses de santé directes et indirectes considérables dans la plupart des pays (Ding et coll., 2016). Malgré cela, les professionnels de la santé et les patients eux-mêmes ne prêtent pas suffisamment attention à ce comportement à risque vis-à-vis de la santé. Dans le cas de la broncho-pneumopathie chronique obstructive (BPCO), une étude américaine montre que lors d'une première consultation, les médecins formés dans les années 1990 parlent moins d'activité physique à leurs patients que les médecins formés dans les années 1980, qui eux-mêmes en parlent moins que les médecins formés dans les années 1970

(Barr et coll., 2005). Une étude rétrospective française montre que des patients atteints de BPCO perçoivent une réduction significative de leur activité physique 4 ans avant les premiers signes de gêne respiratoire (Gouzi et coll., 2011). Ils ont ainsi ressenti une diminution de leur niveau d'activité physique en moyenne à 45 ans, alors qu'ils ont été gênés par le premier signe de la maladie – un essoufflement anxiogène appelé dyspnée – en moyenne à 49 ans et que leur maladie n'a été diagnostiquée en moyenne qu'à 54 ans. Le corps envoie des signaux d'alerte au cerveau que ce dernier passe sous silence afin de protéger la personne, à son insu, d'un effort physique qui pourrait provoquer cette sensation d'asphyxie. Ainsi, la personne prend l'ascenseur au lieu des escaliers, utilise sa voiture plutôt que de marcher. Toute occasion d'éviter un effort physique trouve sa justification (la météo, le manque de temps, la pollution, un repas trop riche...).

Une inactivité physique chronique ou une baisse soudaine d'activité physique peut être un signe avant-coureur de maladie chronique. Sa détection précoce pourrait être améliorée dans les cabinets médicaux et paramédicaux, car trop de maladies chroniques sont diagnostiquées tardivement, en particulier en France (Dreux, 2013). Les professionnels de la prévention santé et de la médecine devraient être attentifs à cette réduction soudaine ou progressive d'activité physique, puisqu'elle n'est pas forcément identifiée par les patients et leur entourage. Il ne s'agit pas d'inquiéter le patient, mais d'accorder plus d'importance à ce facteur de risque de façon à déclencher en temps utile des examens plus complets, pour détecter des troubles potentiels liés à l'inactivité physique ou la sédentarité. Tout médecin devrait systématiquement poser des questions sur le niveau d'activité physique hebdomadaire à chaque patient (ne serait-ce que lui demander s'il prend toujours les escaliers pour monter un ou deux étages). L'utilisation d'un podomètre, d'un objet connecté santé ou d'un téléphone mobile équipé peut être une excellente occasion de faire le point et de parvenir à une prise de conscience de son niveau d'activité physique. L'OMS plaide pour considérer l'inactivité physique comme une véritable pandémie (*physical inactivity pandemic*), tant l'inactivité physique est contre nature pour l'être humain et liée à l'apparition de maladies chroniques (Knight, 2012).

Le déni de la maladie chronique

Le déni d'une maladie correspond à une stratégie psychologique défensive visant à minimiser l'impact des signes de cette maladie sur la vie quotidienne (Goldbeck, 1997 ; Rabinowitz et coll., 2006 ; Vos et de Haes, 2007). Ces signes peuvent être par exemple une douleur persistante, une fatigue durable, un essoufflement gênant, une irritation, des vertiges, des palpitations passagères,

des difficultés de mémoire, des rougeurs, une masse anormale dans le sein, une raideur articulaire, un blocage lombaire, des problèmes digestifs, une variation en quelques semaines du poids corporel... Ne pouvant pas supporter l'apparition de ces manifestations, la personne s'attache inconsciemment à ne pas y penser et à ne pas imaginer d'implications futures sur sa santé. Elle espère une récupération totale après une phase de repos, par exemple, et minimise la gêne. L'entourage relativise ces signes. Des justifications, telles que l'avancée en âge, le surmenage professionnel ou une difficulté familiale, sont invoquées. Ne sachant, ni ne pouvant contrôler le déclenchement de ces signes, des stratégies d'évitement du problème sont mises en place. Elles sont si performantes que le patient ne s'en rend même plus compte. Il change ses habitudes sans même s'en apercevoir. Le déni est l'une des raisons majeures du retard de diagnostic de la plupart des maladies chroniques (Covino et coll., 2012).

Le choc de l'annonce d'une maladie chronique

L'annonce du diagnostic de maladie chronique par le médecin présente un caractère soudain, malgré parfois une longue succession d'examens. Elle sidère en créant un avant et un après. Une phase de choc va suivre cette annonce. Le patient et sa famille ne sont pas en mesure d'intégrer immédiatement le diagnostic, et d'interpréter correctement toutes les données quantitatives et le jargon médical qui les accompagne. Le pronostic est encore plus difficile à comprendre à cause de la combinaison complexe de facteurs biologiques, comportementaux et environnementaux (Magro et coll., 2016). La manière d'annoncer la maladie et ses implications de la part du médecin est une des conditions déterminantes pour faciliter l'appropriation d'une maladie chronique. Une annonce de mauvaise qualité, par exemple avec des termes vagues, non bienveillants, non authentiques et/ou surprotecteurs aggrave le choc ressenti par le patient et allongera cette phase (Haute Autorité de santé, 2008). Certains patients se sentiront détachés de la situation, et se placeront en spectateur de ce qui leur arrive. D'autres refuseront le diagnostic et voudront recommencer les examens et les interprétations des résultats avec d'autres praticiens.

Fluctuations des états psychologiques des patients atteints de maladies chroniques

D'un point de vue extérieur, une maladie chronique traitée biologiquement paraît stabilisée. Un médecin parle « d'état stable ». Un proche peut penser que suivre correctement le traitement prescrit suffit à « normaliser » la vie du malade chronique. Or, du point de vue du patient, il n'en est rien. Dans sa vie quotidienne, sa « vraie vie », il rencontre des hauts et des bas, des

moments d'abattement et de désespoir, des temps de crise, des temps de paix, des temps d'espoir.

Pour le diabète de type 1, des médecins avaient développé des programmes où il fallait respecter une valeur cible de glycémie et éviter les hyper ou hypoglycémies, pour théoriquement prévenir des séquelles. Sur le plan théorique, il fallait contrôler plusieurs fois par jour le taux d'hémoglobine glyquée avec une automesure par piqûre au doigt, calculer les dépenses énergétiques, puis s'alimenter et s'injecter de l'insuline en conséquence. Tout écart était proscrit et il ne fallait donc pas sortir des valeurs seuils. Cela entraînait une prise alimentaire stricte, des auto-mesures très fréquentes, des injections régulières, en bref, un mode de vie très contraignant. Or, cette vie d'ascète ne peut durer qu'un temps car elle isole socialement et est source de situations de handicap. Des recherches sur l'insulinothérapie fonctionnelle ont pu montrer aujourd'hui qu'il est préférable d'apprendre au patient à restaurer le niveau de la glycémie, plutôt que d'empêcher à tout prix le dépassement des seuils (Nicolucci et coll., 2013). Un écart peut être ainsi corrigé sans que cela prenne des proportions majeures. Dans cet exemple, un équilibre est trouvé entre un contrôle indispensable et une liberté d'action.

Une maladie chronique bouleverse la perception du temps, ce dont les proches et les professionnels non malades ne se rendent pas toujours compte. Lorsque l'on n'a que quelques années, voire quelques mois à vivre, le curseur du court et du moyen terme est modifié par rapport à un individu sain (Guerdoux et coll., 2016). Le temps s'apprécie différemment, il est vécu plus intensément. Il rend les événements de vie plus saillants. Les patients malades chroniques deviennent plus sensibles aux événements négatifs.

Les études utilisant des méthodes d'auto-évaluation fréquente (*Ecological Momentary Assessment*) montrent à quel point les oscillations retraçant le vécu quotidien sont amples et variables chez les patients souffrant d'une maladie chronique (Barge-Schaapveld et coll., 1999 ; Chepenik et coll., 2006 ; Ebner-Priemer et Trull, 2009 ; Ninot et coll., 2010 ; Rot et coll., 2012). L'état de santé perçu du jour n'est pas celui du lendemain (Frey et Suki, 2008). Les auteurs parlent de « vulnérabilité du soi ». Ces fluctuations induisent une plus grande « imprédictibilité du soi » à moyen terme (Kernis et coll., 1993), et donc des comportements moins prévisibles.

Maladie chronique et risque de comorbidités

Une maladie chronique constitue le terreau idéal pour le développement de nouvelles maladies. Un patient ne doit pas uniquement gérer sa maladie

chronique et faire face aux éventuels effets secondaires des traitements et aux possibles séquelles résiduelles. D'autres facteurs concourent à générer de nouveaux troubles de santé. Sur le plan psychologique, des phénomènes, notamment anxieux et dépressifs, le fragilisent. Des désordres cognitifs (troubles de l'attention, de la mémoire, des fonctions exécutives) apparaissent également. Des comportements à risque sont maintenus ou mis en place (consommation accrue d'alcool, tabagisme, alimentation inadaptée, inactivité physique, non-respect des prescriptions médicales). Sur le plan social, des difficultés peuvent se surajouter : perte d'emploi, problème conjugal, incompréhension familiale, réserves financières insuffisantes pour couvrir les coûts des soins, raréfaction du cercle amical... Sur le plan environnemental, les allergènes, les virus, la pollution, les pesticides et autres agents toxiques affectent plus facilement les personnes fragilisées par une maladie chronique.

Une maladie devenant chronique n'est plus seulement la pathologie d'un organe, d'une fonction organique ou d'un système organique, c'est une maladie systémique. La BPCO en est une illustration. Avec le temps, elle n'est plus uniquement une maladie des voies aériennes supérieures : elle provoque des dégradations des muscles, du cœur, du foie, des os, du pancréas et du cerveau (Fabbri et coll., 2008). Elle a aussi des impacts psychosociaux comme les troubles du sommeil, la fatigue, la déprime, l'anxiété, la répression des émotions, les troubles attentionnels, les difficultés mnésiques, la perte d'estime de soi et le repli social (Société de Pneumologie de Langue Française, 2010).

Une étude sur une population représentative montre que 23,2 % des personnes malades chroniques sont multimorbides c'est-à-dire qu'elles souffrent de deux ou de plus de deux pathologies chroniques (Barnett et coll., 2012). Ce pourcentage s'accroît avec l'âge et atteint 65 % entre 65 et 84 ans et 81,5 % pour les personnes âgées de plus de 85 ans. Plus les personnes sont précaires, avec un niveau socioéconomique faible, plus elles présentent des pathologies associées.

Ainsi, à une maladie chronique s'ajoutent d'autres maladies appelées des comorbidités : hypertension, cardiopathie, diabète, cancer, dépression, anxiété, ostéoporose, accident vasculaire cérébral, démence, douleur chronique, trouble du sommeil, dénutrition... Elles se combinent pour provoquer des handicaps majeurs. La démarche de soin des patients comorbides s'avère alors encore plus complexe. Elle l'est d'autant plus que notre système de santé est essentiellement organisé pour traiter une maladie à la fois (Bousquet et coll., 2014).

Profils des personnes atteintes de maladies chroniques

Des recherches identifient trois catégories générales de patients. Les cas simples concernent les patients ayant une maladie chronique stabilisée et qui s'y ajustent durablement. Les cas compliqués comportent des comorbidités associées à la maladie chronique initiale, une précarité socioéconomique et/ou un grand âge. Enfin, les cas complexes correspondent aux patients présentant des comorbidités (multiples et/ou instables) associées à des situations de handicap, un grand âge et un faible niveau socioéconomique (Peytremann-Bridevaux et Burnand, 2009). Les stratégies de prise en charge devraient être ajustées sur ces trois types de profil notamment avec l'aide de *case manager* (gestionnaire de cas) selon le modèle *stepped care* (approche personnalisée selon un modèle de soins échelonnés). Ce n'est pas encore le cas en France.

Le diagnostic d'une maladie chronique : une occasion de changement comportemental

Le diagnostic d'une maladie chronique, passé le choc de l'annonce, peut être un moteur motivationnel majeur de changement de comportement si l'annonce est bien faite et si l'accompagnement choisi est fondé sur la science et personnalisé (Christensen et coll., 2000). L'équipe de professionnels doit tout mettre en œuvre pour associer le patient à la prise de décision et l'aider à maintenir ce changement comportemental à long terme (Matheson et coll., 2011). Ce processus dynamique se nomme l'ajustement psychologique à la maladie chronique (Stanton et coll., 2007 ; De Ridder et coll., 2008 ; Moss-Morris, 2013). Il peut aussi s'appeler la résilience ou l'appropriation de la maladie chronique selon les référentiels théoriques (voir ci-après). Il ne dépend pas de la personnalité (Jokela et coll., 2013, 2014). Il prend du temps et impose souvent des modifications du style de vie et de relation avec l'entourage.

Mécanismes d'adaptation chez les personnes atteintes de maladies chroniques

Cercle vicieux du déconditionnement physique

Une des conséquences insidieuses d'une maladie chronique est l'activation d'un processus psychophysiologique d'inactivité physique appelé le cercle vicieux du déconditionnement (Préfaut et Ninot, 2009). Il agit comme un

processus aggravant la maladie chronique initiale, comme un amplificateur de la fragilité et comme un accélérateur du processus de vieillissement. Il entraîne le patient vers la dépendance et une qualité de vie dégradée. Dans la BPCO par exemple, il est activé par son symptôme majeur, un essoufflement inconfortable à l'effort, la dyspnée (figure 4.1). Pour l'éviter, le patient adopte un mode de vie sédentaire qui dégrade notamment la voie énergétique et musculaire aérobie. Il ne sort plus de sa zone de confort respiratoire. Il ne fait plus d'effort physique exigeant une augmentation significative et continue de sa ventilation. À la longue, le rendement neuromusculaire est diminué, ce qui aggrave la dyspnée par une activation excessive de la commande centrale. Sur le plan psychologique, la dyspnée est une sensation d'asphyxie vécue comme un traumatisme que le patient évite à tout prix (comportement d'évitement appelé *routing*). Elle provoque de l'anxiété à chaque fois qu'elle survient. En bougeant moins, le patient perd confiance dans ses capacités à se déplacer, à réaliser des actes de la vie quotidienne, ce qui favorise son inactivité. Certains efforts comme monter des escaliers lui paraissent insurmontables. Sans pratique d'activité physique, il devient encore plus sensible à la dyspnée, ce qui entraîne une peur disproportionnée par rapport au niveau d'effort attendu appelée la kinésiophobie. Le simple fait de lui proposer un effort fait augmenter sa fréquence cardiaque de repos. Si rien n'est fait pour enrayer ce phénomène, s'ensuit l'apparition d'une symptomatologie dépressive (à ne pas confondre avec un trouble dépressif majeur, voir chapitre « Dépression »). Il s'auto-persuade de ne plus pouvoir arriver à accomplir un effort physique et une fatigue l'envahit.

Le cercle vicieux du déconditionnement est un processus continu, plus insidieux qu'il n'y paraît. Le patient n'en a pas nécessairement conscience, son système nerveux central le protégeant d'une exposition aux stimuli anxio-gènes. L'entourage du patient y contribue en voulant bien faire et en le remplaçant dans des déplacements du quotidien (par exemple aller chercher du pain). Des périodes d'inactivité physique prolongée surviennent, qu'elles soient forcées, par exemple par une exacerbation (nécessitant une hospitalisation) ou qu'elles soient choisies, comme par exemple un événement familial ou professionnel.

À la longue, le cercle vicieux du déconditionnement provoque des dégradations qui vont bien au-delà de l'organe lésé et de la fonction touchée. Ce processus aggrave la maladie chronique initiale (inflammation systémique, hypoxies répétées et stress oxydant dans le cas de la BPCO), augmente le risque de nouvelles maladies (cœur, pancréas, os, foie, système nerveux central), dégrade la qualité de vie, diminue la durée de vie et augmente les coûts des soins et restes à charge pour le patient (Préfaut et Ninot, 2009).

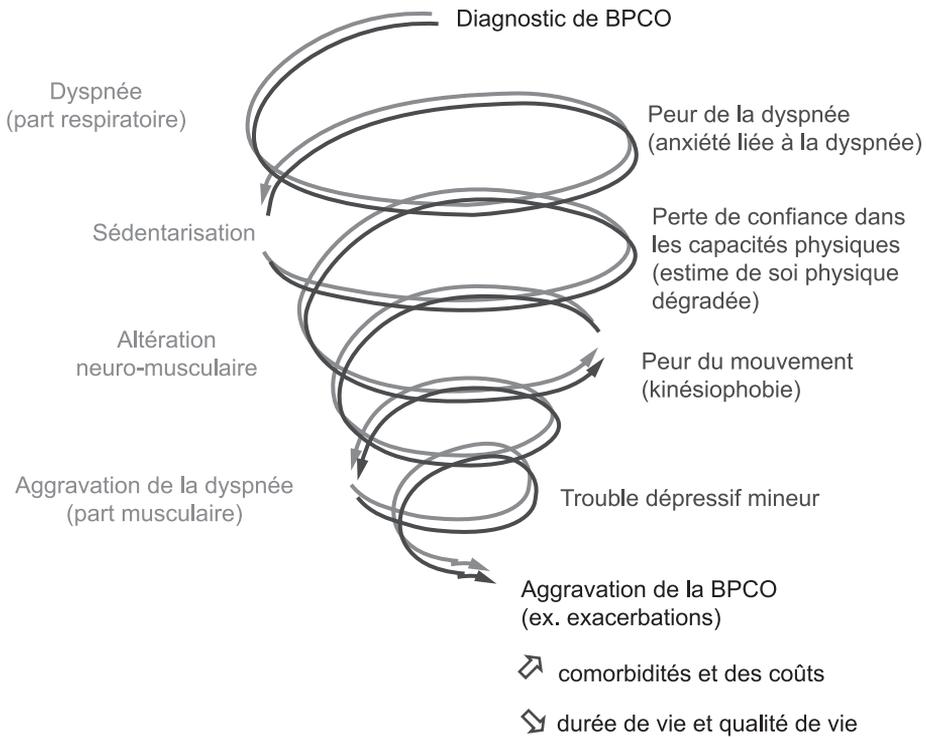


Figure 4.1 : Cercle vicieux du déconditionnement physique dans la BPCO (d'après Préfaut et Ninot, 2009)

© 2009, Elsevier Masson SAS.

Si le cercle vicieux du déconditionnement physique est décrit ici pour la BPCO à titre d'exemple, ce processus insidieux peut se produire chez toute personne atteinte de maladie chronique. Les professionnels doivent s'attacher à travailler autant sur sa composante physiologique (voir chapitre « Mécanismes moléculaires du déconditionnement musculaire et des adaptations musculaires à l'exercice dans les pathologies chroniques ») que psychologique.

L'appropriation de la maladie chronique

Le modèle de l'appropriation correspond à l'ajustement psychologique d'une personne à sa maladie chronique (Ninot et Roche, 2009). La traduction littérale de l'anglais *acceptance* en acceptation lui confère un caractère trop passif en français et qui relève de la problématique de la fin de vie (Kubler-Ross, 1976) et non d'une maladie de longue durée comme le mot chronique l'indique. L'appropriation est une démarche active dans le but de vivre au mieux avec la maladie, et éviter que celle-ci ne devienne un obstacle dans

la vie ou une obsession. Elle implique des changements de comportement, parfois radicaux, de mode de vie. Elle comporte six phases. La phase de déni (1) est une stratégie défensive visant à minimiser les manifestations d'une maladie potentielle sur la vie quotidienne. Le patient et son entourage ne s'attachent pas à comprendre leur véritable signification. La phase de stress symptomatique (2) correspond à une inquiétude sur les signes devenus plus intenses, plus fréquents et/ou plus durables. Des situations deviennent handicapantes. L'entourage constate des réactions émotionnelles disproportionnées et inhabituelles. Elles sont causées par l'incertitude des conséquences de la situation et seront un motif essentiel de la consultation médicale. La phase de choc (3) suit l'annonce du diagnostic. La phase de dénégation (4) constitue une stratégie défensive visant à minorer l'anxiété provoquée par la non réversibilité de la maladie et à préserver le style de vie (De Ridder et coll., 2008). En routine, 75 à 85 % des patients ne changent pas de conduite concernant leur santé après le diagnostic (Dunbar-Jacob et Mortimer-Stephens, 2001). Ils se raccrochent à l'idée d'une possible guérison et incriminent d'autres causes dans la survenue de la maladie. Ils s'isolent, refusent des soins parfois avec agressivité. La phase d'anxiété de la maladie (5) est liée aux conséquences systémiques de la maladie. La répétition des décompensations et la limitation des activités procurant du plaisir conduisent à une prise de conscience de l'état de santé et une inquiétude sur l'avenir. Le malade souhaite y remédier au mieux par l'élaboration avec les professionnels de santé d'un parcours de soin personnalisé. Cette attitude fait naître de nouveaux projets de vie. La phase de dépression mineure (6) liée à la maladie chronique représente une période passagère d'abandon, de renoncement. Elle correspond à une manifestation épisodique de symptômes dépressifs d'intensité modérée. Le patient présente de temps à autre un ralentissement, une fatigue, des difficultés attentionnelles, des oublis. Il éprouve un certain désespoir qui se traduit par un pessimisme important, une tristesse et une auto-dépréciation. Il se demande à quoi servent les efforts consentis face à une maladie qui gagne du terrain. Cette impression est accentuée par le regard des autres, assimilant perte d'autonomie contextuelle et invalidité. Une réduction de la socialisation, une baisse de l'activité quotidienne, une lenteur ou une agitation, une perte d'appétit, une brusque variation de poids, des troubles du sommeil ou des troubles de la sexualité sont observés.

Dès la phase de choc consécutive à l'annonce de la maladie chronique, le patient peut basculer dans l'appropriation ou la résignation. L'appropriation de la maladie chronique correspond à une profonde réorganisation psychique. Le patient prend conscience qu'il faut faire face à sa maladie et à ses contraintes activement, en essayant d'en limiter les conséquences sur la vie quotidienne. Les altérations, si insoutenables lors de l'annonce du diagnostic,

sont désormais évoquées avec moins de souffrance ou d'émotion. Le patient plaisante, refuse de s'apitoyer sur son sort. Il apprend à vivre avec sa maladie. Il la fait sienne et élabore des projets. Il cherche à renforcer ses capacités. Il ne refuse plus catégoriquement les avantages liés sa situation (demande de carte d'invalidité par exemple). Ce processus modifie sa relation aux autres, souvent par une attention accrue vis-à-vis des proches. L'entrée dans l'appropriation est un gage d'observance thérapeutique et de maintien dans le temps de conduites favorables à la santé. Le patient crée les conditions d'une relation de confiance avec l'équipe thérapeutique. Il est capable d'engager sa propre responsabilité dans le contrôle de son état de santé, dans des situations d'urgence ou de routine.

Par opposition à l'appropriation, la résignation correspond à un renoncement, un laisser-faire, un abandon de soi. Elle justifie des comportements à risque vis-à-vis de la santé. Ne tolérant plus ses incapacités, son handicap, le patient défie la mort. Il n'a plus de projet autre que de vivre l'instant présent dans l'excès. Il renonce implicitement ou explicitement à vivre.

L'appropriation de la maladie chronique fait appel à cinq leviers psychosociaux : les émotions positives, la flexibilité cognitive, le sens donné à l'existence, le soutien social et les stratégies actives pour faire face au stress (Southwick et coll., 2005). Elle permet un retour à un état de bien-être (Moss-Morris, 2013), la maladie chronique occupant une place à sa juste mesure dans la vie du patient.

L'activité physique adaptée, un générateur d'affects positifs

Des travaux montrent que le prédicteur majeur du bien-vieillir est le développement des affects positifs (Aspinwall et Tedeschi, 2010 ; Coyne et Tennen, 2010 ; Coyne et coll., 2010 ; Gana et coll., 2015 ; Steptoe et coll., 2009 ; Steptoe et coll., 2008). Ong et ses collaborateurs (2011) proposent quatre domaines dans lesquels les affects positifs sont capables d'influencer la santé positivement :

- les comportements liés à la santé car l'affect positif est associé à des comportements favorables à la santé et à une meilleure qualité du sommeil ;
- les systèmes physiologiques car l'affect positif est associé aux systèmes neuroendocrinien, immunitaire et cardiovasculaire ;
- l'exposition aux facteurs de stress car l'affect positif réduit l'exposition au stress ;
- l'ajustement au stress et la récupération car l'affect positif peut agir en améliorant et en amortissant les effets indésirables du stress.

Un programme d'APA supervisé par un professionnel est un vecteur d'expérience vécue positive qui retentit sur l'état émotionnel et réduit le stress perçu (Milani et Lavie, 2009).

Principaux marqueurs psychologiques des effets des programmes d'activité physique adaptée

La qualité de vie

Un concept global très utilisé pour évaluer l'efficacité d'un programme d'APA chez des patients atteints de maladies chroniques est la qualité de vie liée à la santé. Ce concept (en anglais : *health related quality of life*) correspond à un « agrégat de représentations fondées sur l'état de santé, l'état physiologique, le bien-être et la satisfaction de vie » (MacKeigan et Pathak, 1992). Cette composante ne tient pas compte du revenu, du travail, de la spiritualité et des loisirs. La qualité de vie liée à la santé s'évalue le plus souvent par un auto-questionnaire validé scientifiquement. Il existe des questionnaires génériques utilisables en population générale, et des questionnaires spécifiques à une maladie chronique. Ce concept sert aussi dans les analyses de durée de vie ajustée sur la qualité de vie et dans les analyses coûts-efficacité.

Un autre concept psychologique global utilisé dans le secteur des APA est le bien-être. Il comprend à la fois une dimension affective – composante qui concerne l'état hédoniste qui ressort de la comparaison entre l'état émotif, les affects positifs et les affects négatifs – et une dimension cognitive, qui fait référence à l'évaluation individuelle du degré de satisfaction de vie (Diener et coll., 1999).

En recherche, de nombreuses études utilisant une méthodologie très rigoureuse comme l'essai randomisé contrôlé montrent des bénéfices de programmes d'APA sur la qualité de vie générique ou spécifique à une maladie (Griffiths et coll., 2000) et sur le bien-être (Nieman et coll., 2000). En routine clinique, ces marqueurs sont utilisés pour témoigner des bénéfices individuels et collectifs des programmes d'APA à l'équipe de soin, à l'établissement de santé et aux décideurs (les Agences régionales de santé par exemple).

Les autres marqueurs psychologiques

Des études s'attachent à évaluer des marqueurs émotionnels comme le stress, l'anxiété et la dépression en lien avec la pratique d'activité physique, chez les

patients atteints de maladies chroniques. D'autres s'intéressent aux composantes sociocognitives comme l'estime de soi, la motivation, l'efficacité perçue. D'autres évaluent des marqueurs neuropsychologiques notamment liés aux fonctions exécutives. D'autres enfin relèvent des indicateurs cliniques intégrés comme la fatigue, les troubles liés au sommeil, la douleur ou des symptômes connus sous le nom de *Patient Reported Outcomes* (Basch et coll., 2016). Les progrès dans la psychométrie – permettant de réduire le nombre de questions à poser – associés à la démocratisation des objets connectés santé permettent de recueillir fréquemment des données auto-évaluatives, de les analyser en temps réel et de les restituer de manière pertinente aux équipes comme au patient. Les séances d'APA sont des occasions idéales pour relever des informations utiles sur l'expérience vécue des patients.

Les marqueurs comportementaux

Des études évaluent les bénéfices de programmes d'APA sur différents comportements, et en premier lieu le niveau d'activité physique hebdomadaire. Cette démarche est facilitée depuis quelques années avec l'apparition des podomètres et autres actimètres qui viennent compléter les informations issues de questionnaires. Des études s'attachent aussi à évaluer les conduites de dépendance qui peuvent être modifiées par l'activité physique. Un programme d'APA de deux mois comprenant deux séances par semaine de plus de 30 minutes d'exercice aérobie d'intensité moyenne à forte réduit la consommation de tabac (Taylor et coll., 2007 ; Ussher et coll., 2008). Brown et coll. ont montré qu'un programme d'APA aérobie réduit la consommation d'alcool (Brown et coll., 2010). D'autres études évaluent les stratégies de gestion du stress et montrent que les programmes d'APA améliorent l'utilisation des stratégies actives de coping chez des patients BPCO (Ninot et coll., 2006). Certaines études s'intéressent aux comportements alimentaires et montrent des bénéfices sur le contrôle et l'expression des émotions et sur la réduction de la rigidité de la prise alimentaire. D'autres travaux montrent qu'un programme d'APA permet de réguler les comportements alimentaires (Andrade et coll., 2010). Des programmes influent également sur l'absentéisme au travail (Van Strien et coll., 2010). Des travaux devraient être menés sur le rôle de programmes d'APA sur l'amélioration de l'observance des traitements médicamenteux prescrits.

Cinétiques biologiques et psychologiques

L'évolution des bénéfices d'une pratique physique n'est pas similaire selon les marqueurs, qu'ils soient de nature physiologique ou psychologique. Les

premiers bénéfices physiologiques d'un programme d'APA de trois séances par semaine vont pouvoir être constatés au bout de trois semaines. Un mois de sédentarité fera perdre les bénéfices d'un programme d'APA de trois mois. Pour les marqueurs psychologiques, les bénéfices sont ressentis par des patients atteints de maladies chroniques dès la fin de la première semaine (Ninot et coll., 2007). Ils persistent plus longtemps que les bénéfices physiologiques (Moullec et coll., 2007). Les cinétiques des bénéfices au-delà d'un an sont difficiles à donner car les études interventionnelles au long cours manquent, et représentent à peine 10 % des études (Matheson et coll., 2011).

Prise en compte des risques

Si le niveau de risque des programmes d'APA est inférieur à nombre d'autres traitements biologiques, les considérer sans risque serait une erreur. Des études relèvent certains aspects à surveiller lors de la pratique. Un problème cardiovasculaire ou traumatologique est possible notamment pour les activités les plus exposées aux risques comme les activités d'opposition directe (boxe, rugby), les « sports » mécaniques (casse de la fourche avant de vélo) et les activités de pleine nature (chute de pierres en montagne).

Par ailleurs, des interactions avec des médicaments peuvent survenir (effets iatrogéniques et psychoactifs) à cause de la redistribution du flux sanguin, de l'augmentation de température corporelle et de la perte d'eau dans le plasma (*patches*, théophylline). Des interactions avec des substances psychoactives (alcool, haschisch...) peuvent également se produire (Lentz, 2011). Les patients sous anticoagulants doivent éviter les chocs pouvant causer une hémorragie.

Il est regrettable que ces incidents et accidents ne soient pas toujours mentionnés clairement dans les études interventionnelles testant l'efficacité de programmes d'APA, en particulier les circonstances de survenue et les solutions pour y faire face. En pratique, une surveillance accrue est indispensable, le professionnel de l'activité physique devant toujours garder à l'esprit qu'il travaille avec des personnes vulnérables. Il doit par exemple prendre toutes les mesures de précaution en cas de pic de pollution ou de forte chaleur. Dans tous les cas et *a minima*, il doit être informé des risques pour la santé de chaque pratiquant (par un accès informatique aux données du dossier médical pertinentes pour la pratique, par la participation à une réunion d'équipe ou par une prescription médicale mentionnant les risques), disposer d'une formation initiale et continue aux premiers secours du professionnel, connaître la physiopathologie et la psychopathologie de la maladie chronique

comme la physiologie et la psychologie appliquées aux APA, rester dans le cadre des bonnes pratiques recommandées par les autorités de santé, et convenir d'une assurance adéquate *via* sa structure de prestation d'activité physique. Ces conditions sont indispensables pour garantir aux participants malades chroniques une pratique en toute sécurité.

Caractéristiques des programmes d'activité physique adaptée

Phase de reprise ou d'entretien

Le plus souvent, les patients malades chroniques débutent un programme supervisé d'APA suite à une alerte médicale comme un passage aux urgences, une décompensation de la maladie (par exemple un épisode dépressif majeur, un pic de douleur dans une lombalgie chronique, une exacerbation dans la BPCO), une complication de la maladie ou une phase de soin intensif de la maladie. Ce programme d'APA s'inscrit dans une phase intensive de réhabilitation qui peut se dérouler en établissement de santé (« soins de suite et de réadaptation »), en ambulatoire ou à domicile avec le déplacement d'un professionnel et/ou avec un système de télémedecine (Préfaut et Ninot, 2009). Cette phase est encadrée médicalement et en général prise en charge par l'assurance maladie. Elle propose des interventions disciplinaires complémentaires (kinésithérapeute, enseignant d'APA, diététicien, psychologue, infirmière...). Une fois cette phase réalisée, le patient entre dans une phase de maintien des acquis, où des programmes d'APA spécifiques sont proposés à proximité de son lieu de vie. Plusieurs sessions de réhabilitation post-réhabilitation peuvent être proposées aux patients (Moullec et coll., 2007). En fin de vie, des programmes d'APA commencent même à être proposés dans les structures de soins palliatifs (Mas et coll., 2015).

Intensité

Un courant récent d'APA, fondé sur la dépense métabolique maximale, recommande des efforts intenses et de courte durée. L'argument majeur est de réduire le temps de séance et de maximiser les bénéfices. Un autre courant plaide pour une intensité de pratique basée sur le plaisir ressenti. Une étude menée auprès de femmes obèses montre que le plaisir ressenti dépend du niveau d'effort. Plus le niveau d'effort est élevé et plus le plaisir ressenti mesuré par un questionnaire (*Feeling Scale, Physical Activity Enjoyment Scale*) diminue (Decker et Ekkekakis, 2017). À faible intensité (en dessous du seuil

ventilatoire), la cognition joue un rôle de modérateur des perceptions émotionnelles de l'effort. La tolérance à l'effort et l'efficacité perçue sont plus grandes. En revanche, plus l'effort s'intensifie et plus la sphère cognitive s'efface devant les sensations émotionnelles activées par la production de lactate musculaire et la demande ventilatoire sollicitant les voies sous-corticales et les centres émotionnels du cerveau (Decker et Ekkekakis, 2017). La réponse émotionnelle à un effort intense diminue les chances de maintien dans une pratique régulière, notamment après 6 mois. Une des clés serait que les participants calent leur intensité d'effort avec leur sensation optimale de plaisir, cette dernière étant proche du seuil ventilatoire (« autosurveillance et autorégulation de l'intensité de l'exercice sur la base des réponses affectives »). Délaisser la fréquence cardiaque cible (notamment proposée dans le cadre de programme de réentraînement à l'effort) permettrait de maximiser les chances de poursuite de la pratique (Zenko et coll., 2016).

Modèles multi-comportementaux et intégrés

Un programme d'APA vise à modifier à long terme le comportement d'un patient malade chronique à l'égard de l'activité physique. Augmenter la dose d'activité physique hebdomadaire est un critère de réussite du programme. Mais ce bénéfice comportemental n'est pas unique. Des auteurs spécialistes du changement comportemental montrent à quel point le fait d'améliorer un comportement favorable à la santé comme l'activité physique va pouvoir en impacter favorablement d'autres, comme la réduction de la consommation d'alcool, une alimentation plus saine ou une réduction du tabagisme (Prochaska et Prochaska, 2011). Ils le nomment le *mutiple health behavior change*.

Engager des patients dans un changement durable de comportement nécessite pour les professionnels une maîtrise des stratégies motivationnelles (voir chapitre « Motivation et barrières à l'activité physique chez la personne malade chronique : processus motivationnels, antécédents et stratégies d'intervention »).

La formation des enseignants d'APA en France s'est majoritairement appuyée en psychologie sur les théories sociocognitives. L'arrivée de nouvelles méthodes d'évaluation de l'activité physique et de ses effets (actimètre, IRM, cortisol salivaire, tests neuropsychologiques) ouvre un vaste champ d'analyse pour une meilleure compréhension des liens entre la santé, la santé mentale et l'activité physique. Par exemple, un essai randomisé contrôlé montre, à l'aide d'une IRM, qu'un programme d'APA d'une durée d'un an a augmenté le volume de l'hippocampe dans le groupe intervention, par rapport à un groupe contrôle (Erickson et coll., 2011). Aujourd'hui, l'apport de la

neurobiologie (neurogenèse cérébrale, plasticité neuronale, stimulation des neurotransmetteurs), des neurosciences (processus automatique *versus* contrôlé, approche dynamique de l'apprentissage moteur, circuit de la récompense, fonctions exécutives), de la psychologie positive (bienveillance, vécu expérientiel, résilience, gratitude, pleine conscience) et des sciences psychosociales (stéréotypes sur le grand âge ou la maladie, dynamique de groupe, identité) amène à proposer des modèles à la fois plus intégrés pour les chercheurs et plus opérationnels pour les professionnels. Les modèles de changement de comportement prennent ici tout leur sens en intégrant différents aspects de ces mécanismes fondamentaux (*Health Belief Model*, Rosenstock, 1974 ; *Protection Motivation Theory*, Rogers, 1983 ; *Theory of Planned Behaviour*, Ajzen, 1991 ; *Health Action Process Approach*, Schwarzer, 1992 ; *Social Cognitive Theory*, Bandura, 1997 ; *Transtheoretical Model of Behavior Change*, Prochaska et coll., 2009).

Rôle de la qualité de relation entre professionnel et praticants

L'application de l'approche *Evidence Based Medicine* plaide pour le choix du programme dont le ratio bénéfices/risques est le meilleur pour le patient, c'est-à-dire « l'utilisation rigoureuse, explicite et judicieuse de la meilleure preuve actuelle dans la prise de décision pour le traitement individuel des patients » (Sackett et coll., 1996). Mais, il ne faut pas oublier pour autant les qualités humaines du professionnel qui encadre les séances. L'empathie, la bienveillance, l'écoute et la disponibilité seront autant de savoir-être à développer (Ninot et Partyka, 2007). Un travail spécifique sur l'alliance thérapeutique est indispensable et pourrait prendre appui sur l'étude approfondie des principes de l'OMS sur ce sujet (OMS, 2003 et 2005, documents téléchargeables en ligne).

Perspectives d'amélioration des programmes d'activité physique adaptée

Vers des programmes d'activité physique adaptée mieux décrits et mieux prescrits

Les méta-analyses actuelles excluent environ 90 % des essais cliniques notamment à cause de programmes d'APA insuffisamment décrits dans les publications (HAS, 2011). Dire qu'un programme dure 3 mois à raison de 3 séances d'activité physique par semaine ne révèle pas grand-chose sur le contenu des exercices, ni sur la participation réelle des patients au

programme. Des chercheurs comme Glasziou et coll. (2008) invitent les auteurs d'études cliniques à mieux décrire les contenus des programmes interventionnels afin d'améliorer leur transférabilité et leur reproductibilité. Ils les encouragent à préciser les principales caractéristiques des programmes, de l'objectif au contenu des séances en passant par les techniques psychopédagogiques et les modèles théoriques sous-jacents (tableau 4.I).

Tableau 4.I : Caractéristiques d'un programme d'APA

Objectif visé (prévention secondaire ou tertiaire, soin ou guérison)

Modèle théorique (mécanismes/processus)

Contenu des exercices

Dose (intensité, fréquence, durée)

Mise en œuvre (techniques psychopédagogiques, mode de supervision, formation de l'encadrant, outil numérique associé)

Contexte (prescription, remboursement, lieu de pratique, cadre institutionnel)

Cette description peut par exemple s'appuyer sur les travaux de chercheurs qui inventorient les modèles théoriques et les techniques dans le domaine du changement de comportement (Michie et coll., 2013). Les éditeurs des revues scientifiques suivent cette même voie en laissant plus d'espaces aux auteurs pour décrire en détail leurs programmes selon un standard qui s'internationalise et en leur permettant de rajouter des addendum en ligne (voir chapitre « Évaluation des programmes d'activité physique à visée de santé »). Cette meilleure description des programmes facilitera leur catégorisation, leur comparaison et leur spécialisation dans certaines maladies chroniques. Cette connaissance améliorera d'autant plus la qualité des prescriptions.

Vers des programmes d'activité physique adaptée mieux personnalisés et mieux contextualisés

La recherche s'accélère dans le domaine de l'implémentation, c'est-à-dire après que la preuve d'efficacité d'un programme d'APA pour un public de personnes malades chroniques soit faite. Ces recherches s'intéressent à la mise en œuvre des programmes sur des territoires et des contextes de vie donnés. En effet, si un essai clinique démontre des ratios bénéfices-risques et coûts-efficacité favorables d'un programme d'APA par rapport à un autre ou par rapport à un groupe témoin (sans APA), il dit peu sur la manière de mettre en place ce programme d'APA dans des conditions non expérimentales, c'est-à-dire en vie réelle. Des études d'implémentation et de surveillance (appelées étude de phase IV dans le *process* de validation du

médicament) sont menées afin de mieux définir et d'ajuster les cahiers des charges pratiques de chaque programme d'APA, de repérer d'éventuelles sous-populations « résistantes » (Buford et Pahor, 2012), de développer des solutions personnalisées tenant compte des préférences des participants et de perfectionner les bonnes pratiques. Des études qualitatives sur les barrières et les leviers de la pratique prennent ici tout leur sens (Alvarado et coll., 2015 ; Johnston et coll., 2013 ; Roessler et Ibsen, 2009). Ces recherches s'intéressent ainsi aux conditions de mise en œuvre des programmes (par exemple l'application du modèle du *stepped care*), y compris sur un volet économique indispensable aux décideurs (Roine et coll., 2009) et sur la réduction des inégalités sociales (Jagger et coll., 2008).

Vers des programmes d'activité physique adaptée mieux associés aux stratégies d'éducation thérapeutique

Un programme d'APA est avant tout une manière d'aider le patient à mieux se connaître avec sa maladie chronique et à plus prendre soin de lui, et en particulier de son corps. Cette finalité rejoint en cela les démarches d'éducation thérapeutique du patient (ETP) encouragées par l'OMS dans le monde (voir par exemple le rapport 1998 de l'OMS) et la HAS en France notamment (voir la page Internet de la HAS dédiée à l'ETP proposant différents documents). Un programme en APA est l'occasion de mettre en application des savoirs, des savoir-faire et des savoir-être élaborés lors des sessions d'ETP, et de les partager avec un groupe de patients ayant la même pathologie. Ces deux volets devraient être systématiquement intégrés dans le parcours de santé de chaque patient car ils partagent au minimum un objectif opérationnel commun, celui d'améliorer la pratique hebdomadaire d'activité physique des patients atteints de maladies chroniques.

Les professionnels des APA doivent s'intéresser aux courants théoriques sur l'ETP car les programmes qui en découlent diffèrent (Deccache et van Ballemkom, 2010). De manière schématique, on distingue trois courants.

L'approche comportementale (*disease management* ou *self-management*) est fondée « sur le modèle d'autogestion, défini comme l'acquisition de compétences et la mise en pratique de comportements relatifs aux tâches entreprises par le patient pour gérer sa maladie chronique, lorsque la maladie est stable mais aussi lors d'exacerbations » (Diane Nault et coll., 2009). Cette approche d'autogestion et « d'autosoins » cible l'apprentissage individuel de comportements de gestion de la maladie en situations ordinaire et d'urgence. L'auto-efficacité et l'automatisation des gestes de soin et de prévention sont au cœur de cette approche (Bourbeau et coll., 2004 ; Effing et coll., 2016).

La seconde se base sur une approche éducative où la co-construction des savoirs, le projet individuel de santé et la relation au professionnel de l'ETP sont centrales (D'Ivernois et Gagnayre, 2011). « L'ETP vise à faire acquérir au patient des compétences lui permettant d'assurer par lui-même tout ou partie de son traitement et de réaliser les changements personnels nécessaires pour concilier son projet de vie avec les exigences de la gestion de la maladie et du traitement » (D'Ivernois et Gagnayre, 2011).

La troisième approche s'appuie sur une conception systémique où le projet de vie du patient croise celui de son entourage. « L'ETP vise à améliorer l'état de santé des malades, en particulier en prévenant les survenues des complications aiguës et à long terme et en optimisant la qualité de vie des patients [...]. Cette éducation vise à accompagner le patient, et éventuellement son entourage, à acquérir des compétences de gestion de la maladie et psychosociales » (Golay et coll., 2010, p. 378). Cette approche globale est celle retenue par l'OMS : « L'éducation du patient est un processus continu, par étapes, intégré dans la démarche de soins, comprenant un ensemble d'activités organisées de sensibilisation, d'information, d'apprentissage et d'aide psychologique et sociale, concernant la maladie, les traitements, les soins, l'organisation et procédures de soins, le traitement, les comportements de santé et ceux liés à la maladie, et leurs facteurs d'influence (représentations de santé et maladie, représentations de rôle, pouvoir sur la santé, sentiment d'efficacité, sens de la maladie et de la santé, etc.). Ce processus est destiné à aider le patient (et sa famille) à comprendre la maladie et les traitements, participer aux soins, prendre en charge son état de santé et favoriser un retour aux activités normales et la mise en place d'un projet de vie. Il s'effectue entre des acteurs (institution, soignants, patients et familles), vise des objectifs de santé définis à partir d'aspirations et de besoins objectifs et subjectifs, se réalise dans un contexte institutionnel et organisationnel impliquant des ressources et des contraintes, utilise des méthodes et moyens éducatifs et nécessite des compétences et des structures de coordination » (OMS, 1998). Le programme d'ETP s'inscrit dans une visée large et continue dont le but est le bien-être du patient.

Conclusion

Les recherches en psychologie sur les activités physiques adaptées aux personnes malades chroniques ont permis de dépasser les croyances sur leur pouvoir de tout guérir ou à l'opposé de n'être que des vecteurs de plaisir et de divertissement. Des études interventionnelles et d'implémentation permettent aujourd'hui de mieux en comprendre les conditions de prescription

et de mise en œuvre de programmes d'APA en fonction de la maladie chronique et du contexte de vie des patients. Des méta-analyses confirment les bénéfices des programmes d'APA sur des marqueurs psychologiques intégrés comme la qualité de vie et le bien-être et sur des marqueurs spécifiques. Des études mécanistiques proposent aujourd'hui des modèles théoriques intégrés permettant d'expliquer les processus psychologiques en jeu, en particulier dans le changement durable de comportement de santé.

Ces recherches en psychologie ont aussi permis de dépasser les amalgames avec l'activité physique recommandée en population générale. Le fait d'avoir une maladie chronique conditionne un nouveau regard sur l'activité physique qui devient non plus une activité recommandée mais une composante indispensable au parcours de soin pouvant être prescrite par un médecin. Cette pratique ne relève pas d'un usage anarchique et irrégulier soumis aux effets de mode et à la grande consommation, mais de programmes de soins et de prévention secondaire et tertiaire encadrés par des professionnels formés sur des bases scientifiques. On parle d'interventions non médicamenteuses (INM), ou de « thérapeutiques non médicamenteuses validées » (HAS, 2011). L'enjeu est ainsi d'aider chaque patient à mieux vivre avec sa maladie chronique, autrement dit à se l'approprier.

L'avènement des objets connectés santé, permettant de recouper des données comportementales et auto-évaluatives, et les progrès psychométriques, entraînant la réduction de la durée des évaluations, ouvrent de grandes perspectives scientifiques pour mieux comprendre le rôle des APA dans le vécu des personnes vivant avec une maladie chronique et pour proposer des programmes d'APA plus bénéfiques à leur santé mentale et biologique. Les outils sont désormais suffisamment fiables pour que chaque étude visant à évaluer les effets des programmes d'APA tienne compte des marqueurs psychologiques, même dans le cadre d'études centrées sur des indicateurs robustes comme la réduction des récidives du cancer et la durée de vie (Courneya et coll., 2016).

RÉFÉRENCES

Ajzen I. The theory of planned behavior. *Organ Behav Hum Decis Process* 1991 ; 50 : 179-211.

Alvarado M, Murphy MM, Guell C. Barriers and facilitators to physical activity amongst overweight and obese women in an Afro-Caribbean population: a qualitative study. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2015 ; 12 : 97.

Andrade A, Coutinho S, Silva M, *et al.* The effect of physical activity on weight loss is mediated by eating self-regulation. *Patient Educ Couns* 2010 ; 79 : 320-26.

Aspinwall LG, Tedeschi RG. The value of positive psychology for health psychology: Progress and pitfalls in examining the relation of positive phenomena to health. *Ann Behav Med* 2010 ; 39 : 4-15.

Bandura A. *Self-efficacy: the exercise of control*. New York : Freeman, 1997 : 592.

Barge-Schaapveld DQ, Nicolson NA, Berkhof J. Quality of life in depression: daily life determinants and variability. *Psychiatr Res* 1999 ; 88 : 173-89.

Barnett K, Mercer SW, Norbury M, *et al.* Epidemiology of multimorbidity and implications for health care, research, and medical education: a cross-sectional study. *Lancet* 2012 ; 380 : 37-43.

Barr RG, Celli BR, Martinez FJ, *et al.* Physician and patient perceptions in COPD: the COPD resource network needs assessment survey. *Am J Med* 2005 ; 118 : 1415.

Basch E, Deal AM, Kris MG, *et al.* Symptom monitoring with patient-reported outcomes during routine cancer treatment: a randomized controlled trial. *J Clin Oncol* 2016 ; 34 : 557-65.

Blair SN, Kohl HW, Paffenbarger RS, *et al.* Physical fitness and all-cause mortality. A prospective study of healthy men and women. *JAMA* 1989 ; 262 : 2395-401.

Bourbeau J, Nault D, Dang-Tan T. Self-management and behaviour modification in COPD. *Patient Educ Couns* 2004 ; 52 : 271-7.

Bousquet J, Jorgensen C, Dauzat M, *et al.* System medicine approaches for the definition of complex phenotypes in chronic diseases and ageing. From concept to implementation and policies. *Curr Pharm Design* 2014 ; 20 : 5928-44.

Briançon S, Guérin G, Sandrin-Berthon B. Maladies chroniques. *ADSP* 2010 ; 72 : 11-53.

Brown R, Abrantes AM, Read JP, *et al.* A pilot study of aerobic exercise as an adjunctive treatment for drug dependence. *Mental Health Phys Activity* 2010 ; 3 : 27-34.

Buford TW, Pahor M. Making preventive medicine more personalized: implications for exercise-related research. *Prev Med* 2012 ; 55 : 34-6.

Chepenik LG, Have TT, Oslin D, *et al.* A daily diary study of late-life depression. *Am J Geriatric Psychiatry* 2006 ; 4 : 270-9.

Christensen CM, Bohmer RM, Kenagy J. Will disruptive innovations cure health care? *Harv Bus Rev* 2000 ; 78 : 102-12, 199.

Courneya KS, Vardy JL, O'Callaghan CJ, *et al.* Effects of a structured exercise program on physical activity and fitness in colon cancer survivors: one year feasibility results from the CHALLENGE trial. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2016 ; 25 : 969-77.

Covino JM, Stern TW, Stern TA. Denial of cardiac illness: consequences and management. *Prim Care Companion CNS Disord* 2012 ; 13 : PCC.11f01166.

- Coyne JC, Tennen H, Ranchor AV. Positive psychology in cancer care: a story line resistant to evidence. *Ann Behav Med* 2010 ; 39 : 35-42.
- Coyne JC, Tennen H. Positive psychology in cancer care, bad science, exaggerated claims, and unproven medicine. *Ann Behav Med* 2010 ; 39 : 16-26.
- D'Ivernois JF, Gagnayre R. *Apprendre à éduquer le patient: approche pédagogique*. Paris : Maloine, 2011 : 168 p.
- De Ridder D, Geenen R, Kuijjer R, *et al.* Psychological adjustment to chronic disease. *Lancet* 2008 ; 372 : 246-55.
- Deccache A, van Ballekom K. From patient compliance to empowerment and consumer's choice: evolution or regression? An overview of patient education in French speaking European countries. *Patient Educ Couns* 2010 ; 78 : 282-7.
- Decker ES, Ekkekakis P. More efficient, perhaps, but at what price? Pleasure and enjoyment responses to high-intensity interval exercise in low-active women with obesity. *Psychol Sport Exerc* 2017 ; 28 : 1-10.
- Diane Nault D, Sedeno MF, Bourbeau J. L'éducation, une composante clé de la gestion thérapeutique. In : Préfaut C, Ninot G, eds. *La réhabilitation du malade respiratoire chronique*. Paris : Masson, 2009.
- Diener E, Suh M, Lucas E, *et al.* Subjective well-being: three decades of progress. *Psychol Bull* 1999 ; 125 : 276-302.
- Ding D, Lawson KD, Kolbe-Alexander TL, *et al.* The economic burden of physical inactivity: a global analysis of major non-communicable diseases. *Lancet* 2016 ; 388 : 1311-24.
- Doukky R, Mangla A, Ibrahim Z, *et al.* Impact of physical inactivity on mortality in patients with heart failure. *Am J Cardiol* 2016 ; 117 : 1135-43.
- Dreux C. *La culture de prévention en santé : des questions fondamentales*. Paris : Académie Nationale de Médecine, 2013 ; 197 : 1437-65.
- Dunbar-Jacob J, Mortimer-Stephens MK. Treatment adherence in chronic disease. *J Clin Epidemiol* 2001 ; 54 : 57-60.
- Ebner-Priemer UW, Trull TJ. Ecological momentary assessment of mood disorders and mood dysregulation. *Psychol Assess* 2009 ; 21 : 463-75.
- Effing TW, Vercoulen JH, Bourbeau J, *et al.* Definition of a COPD self-management intervention: international expert group consensus. *Eur Respir J* 2016 ; 48 : 46-54.
- Erickson KI, Voss MW, Prakash RS, *et al.* Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *Proc Natl Acad Sci USA* 2011 ; 108 : 3017-22.
- Fabbri LM, Luppi F, Beghé B, Rabe KF. Complex chronic comorbidities of COPD. *Eur Respir J* 2008 ; 31 : 204-12.
- Fox KR. *The physical self: from motivation to well-being*. Leeds : Human Kinetics, 1997 : 344 p.
- Frey U, Suki B. Complexity of chronic asthma and chronic obstructive pulmonary disease: implications for risk assessment, and disease progression and control. *Lancet* 2008 ; 20 : 1088-99.

Gana K, Saada Y, Amieva H. Does positive affect change in old age? Results from a 22-year longitudinal study. *Psychol Aging* 2015 ; 30 : 172-9.

Glasziou P, Meats E, Heneghan C, *et al.* What is missing from descriptions of treatment in trials and reviews? *BMJ* 2008 ; 336 : 1472-4.

Golay A, Lager G, Lasserre Moutet A, *et al.* Éducation thérapeutique des patients diabétiques. In : *Diabétologie*. Paris : Masson, 2010 : 377-94.

Goldbeck R. Denial in physical illness. *J Psychosom Res* 1997 ; 43 : 575-93.

Gouzi F, Préfaut C, Abdellaoui A, *et al.* Evidence of an early physical activity reduction in chronic obstructive pulmonary disease patients. *Arch Phys Med Rehabil* 2011 ; 92 : 1611-7.

Griffiths TL, Burr ML, Campbell IA, *et al.* Results at 1 year of outpatient multidisciplinary pulmonary rehabilitation: a randomised controlled trial. *Lancet* 2000 ; 355 : 362-8.

Guerdoux E, Gomez A, Darlix A. La conscience auto-néotique dans les métastases cérébrales : regards croisés sur le voyage mental dans les temps. *Psycho-Oncologie* 2016 ; 10 : 67-74.

HAS. *Développement de la prescription de thérapeutiques non médicamenteuses validées*. Rapport d'orientation. Paris : HAS, 2011 : 94 p.

HAS. *Annoncer une mauvaise nouvelle*. Paris : HAS, 2008 : 34 p.

Jagger C, Gillies C, Moscone F, *et al.* Inequalities in healthy life years in the 25 countries of the European Union in 2005: a cross-national meta-regression analysis. *Lancet* 2008 ; 372 : 2124-31.

Johnston KN, Young M, Grimmer KA, *et al.* Barriers to, and facilitators for, referral to pulmonary rehabilitation in COPD patients from the perspective of Australian general practitioners: a qualitative study. *Prim Care Respir J* 2013 ; 22 : 319-24.

Jokela M, Batty GD, Hintsala T, *et al.* Is personality associated with cancer incidence and mortality? An individual-participant meta-analysis of 2156 incident cancer cases among 42 843 men and women. *Br J Cancer* 2014 ; 110 : 1820-4.

Jokela M, Batty GD, Nyberg ST, *et al.* Personality and all-cause mortality: individual-participant meta-analysis of 3,947 deaths in 76,150 adults. *Am J Epidemiol* 2013 ; 178 : 667-75.

Kernis MH. The role of stability and level of self-esteem in psychological functioning. In : R.F. Baumeister, Ed. *Self-esteem: the puzzle of low self-regard*. New York : Plenum Press, 1993 : 167-82.

Knight JA. Physical inactivity: associated diseases and disorders. *Ann Clin Lab Sci* 2012 ; 42 : 320-37.

Kohl HW, Craig CL, Lambert EV, *et al.* The pandemic of physical inactivity: global action for public health. *Lancet* 2012 ; 380 : 294-305.

Lee DC, Sui X, Ortega FB, *et al.* Comparisons of leisure-time physical activity and cardiorespiratory fitness as predictors of all-cause mortality in men and women. *Br J Sports Med* 2011 ; 45 : 504-10.

Lenz TL. The effects of high physical activity on pharmacokinetic drug interactions. *Expert Opin Drug Metab Toxicol* 2011 ; 7 : 257-66.

MacKeigan LD, Pathak DS. Overview of health-related quality-of-life measures. *Am J Hosp Pharm* 1992 ; 49 : 2236-45.

Magro E, Bergot L, Cuchard S, *et al.* Diagnosis disclosure process in patients with malignant brain tumors. *Clin J Oncol Nurs* 2016 ; 20 : E49-54.

Mas S, Quantin X, Ninot G. Barriers and facilitators to physical activity in patients receiving chemotherapy for lung cancer : an exploratory study. *J Palliative Care* 2015 ; 31 : 89-96.

Matheson GO, Klügl M, Dvorak J, *et al.* Responsibility of sport and exercise medicine in preventing and managing chronic disease: applying our knowledge and skill is overdue. *Br J Sports Med* 2011 ; 45 : 1272-82.

Michie S, Richardson M, Johnston M, *et al.* The behavior change technique taxonomy (v1) of 93 hierarchically clustered techniques: building an international consensus for the reporting of behavior change interventions. *Ann Behav Med* 2013 ; 46 : 81-95.

Milani RV, Lavie CJ. Reducing psychosocial stress: a novel mechanism of improving survival from exercise training. *Am J Med* 2009 ; 122 : 931-8.

Moss-Morris R. Adjusting to chronic illness: time for a unified theory. *Br J Health Psychol* 2013 ; 18 : 681-6.

Moullec G, Ninot G, Desplan J, *et al.* Effet de la post-réhabilitation chez des personnes broncho-pneumopathes chroniques obstructives. *Rev Mal Resp* 2007 ; 24 : 121-32.

Nicolucci A, Kovacs Burns K, Holt RI, *et al.* Diabetes attitudes, wishes and needs second study (DAWN2™): cross-national benchmarking of diabetes-related psychosocial outcomes for people with diabetes. *Diabet Med* 2013 ; 30 : 767-77.

Nieman D, Custer W, Butterworth D, *et al.* Psychological response to exercise training and/or energy restriction in obese women. *J Psychosomatic Research* 2000 ; 48 : 23-29.

Ninot G, Fortes M, Poulain M, *et al.* Effect of inpatient rehabilitation program on coping strategies in chronic obstructive pulmonary disease patients. *Heart Lung* 2006 ; 35 : 130-6.

Ninot G, Partyka M. 50 bonnes pratiques pour enseigner les APA. *Revue EPS Paris*, 2007 : 80 p.

Ninot G, Moullec G, Desplan J, *et al.* Daily functioning of dyspnoea and perceived physical condition before, during, and after a rehabilitation period in patients with moderate COPD. *Disabil Rehabil* 2007 ; 29 : 1671-8.

Ninot G, Roche N. Bases psychologiques : du déconditionnement social à l'appropriation. In : Préfaut C, Ninot G, Eds. *La réhabilitation du malade respiratoire chronique*. Paris : Masson, 2009 : 61-82.

Ninot G, Delignières D, Varray A. Stability of physical self: examining the role of chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Rev Appl Psychol* 2010 ; 60 : 35-40.

OCDE. *Health at a glance. Europe 2016: state of health in the EU cycle*. Paris : OECD Éditions, 2016.

OMS. *Adherence to long-term therapy. Evidence for action*. Geneva : WHO, 2003.

OMS. *Former les personnels de santé du XXI^e siècle : le défi des maladies chroniques*. Genève : OMS, 2005.

OMS. *Prévention des maladies chroniques : un investissement capital*. Genève : OMS, 2006.

OMS. *Global status report on noncommunicable diseases 2014: attaining the nine global noncommunicable diseases targets ; a shared responsibility*. Geneva : OMS, 2014.

Ong AD, Mroczek DK, Riffin C. The health significance of positive emotions in adulthood and later life. *Soc Person Psychol Compass* 2011 ; 5 : 538-51.

Peytreman-Bridevaux I, Burnand B. Prévention et prise en charge des maladies chroniques : une approche applicable en Suisse. *Bull Med Suisse* 2009 ; 90 : 1217-21.

Pitta F, Troosters T, Probst VS, et al. Quantifying physical activity in daily life with questionnaires and motion sensors in COPD. *Eur Respir J* 2006 ; 27 : 1040-55.

Préfaut C, Ninot G. *La réhabilitation du malade respiratoire chronique*. Paris : Masson, 2009 : 528 p.

Prochaska JJ, Prochaska JO. A review of multiple health behavior change interventions for primary prevention. *Am J Lifestyle Med* 2011 ; 5 : 1-20.

Prochaska JO, Johnson SS, Lee P. The transtheoretical model of behavior change. In : S. Schumaker, E. Schorn, J. Ockenes, K. Richert (Eds.). *The handbook of health behavior change*, 3rd ed. New York : Springer, 2009 : 59-83.

Rabinowitz T, Peirson R. "Nothing is wrong, doctor": understanding and managing denial in patients with cancer. *Cancer Invest* 2006 ; 24 : 68-76.

Roessler KK, Ibsen B. Promoting exercise on prescription: recruitment, motivation, barriers and adherence in a Danish community intervention study to reduce type 2 diabetes, dyslipidemia and hypertension. *J Public Health* 2009 ; 17 : 187-93.

Rogers RW. Cognitive and physiological processes in fear appeals and attitude change: A revised theory of protection motivation. In : Cacioppo J, Petty R, eds. *Social psychophysiology*. New York : Guilford Press, 1983 : 153-76.

Roine E, Roine RP, Vuori I, et al. Cost-effectiveness of interventions based on physical exercise in the treatment of various diseases: a systematic literature review. *Int J Technol Assess Health Care* 2009 ; 25 : 427-54.

Rosenstock I. Historical origins of the health belief model. *Health Educ Monograph* 1974 ; 2 : 328-35.

- Rot M, Hogenelst K, Shoevers RA. Mood disorders in everyday life: a systematic review of experience sampling and ecological momentary assessment studies. *Clin Psychol Rev* 2012 ; 32 : 510-23.
- Sackett DL, Rosenberg WM, Gray JA, *et al.* Evidence based medicine: what it is and what it isn't. *BMJ* 1996 ; 312 : 71-2.
- Schwarzer R. *Self-efficacy: thought control of action*. Washington, DC : Hemisphere, 1992 : 424 p.
- Société de Pneumologie de Langue Française (SPLF). Recommandation pour la pratique clinique. Prise en charge de la BPCO. Mise à jour 2009. *Rev Mal Respir* 2010 ; 27 : 522-48.
- Southwick SM, Vythilingam M, Charney DS. The psychobiology of depression and resilience to stress: implications for prevention and treatment. *Annu Rev Clin Psychol* 2005 ; 1 : 255-91.
- Steptoe A, O'Donnell K, Marmot M, *et al.* Positive affect and psychosocial processes related to health. *Br J Psychol* 2008 ; 99 : 211-27.
- Steptoe A, Dockray S, Wardle J. Positive affect and psychobiological processes relevant to health. *J Personality* 2009 ; 77 : 1747-75.
- Taylor AH, Ussher MH, Faulkner G. The acute effects of exercise on cigarette cravings, withdrawal symptoms, affect and smoking behaviour: a systematic review. *Addiction* 2007 ; 102 : 534-43.
- Telford K, Kralik D, Koch T. Acceptance and denial: implications for people adapting to chronic illness: literature review. *J Adv Nurs* 2006 ; 55 : 457-64.
- Troiano RP, Berrigan D, Dodd KW, *et al.* Physical activity in the United States measured by accelerometer. *Med Sci Sport Exerc* 2008 ; 40 : 181-8.
- Ussher MH, Taylor A, Faulkner G. Exercise interventions for smoking cessation. *Cochrane Database Syst Rev* 2008 ; 4 : CD002295.
- Vos MS, de Haes JC. Denial in cancer patients, an explorative review. *Psychooncology* 2007 ; 16 : 12-25.
- Zenko Z, Ekkekakis P, Ariely D. Can you have your vigorous exercise and enjoy it too? Ramping intensity down increases postexercise, remembered, and forecasted pleasure. *J Sport Exerc Psychol* 2016 ; 38 : 149-59.

5

Évaluation des programmes d'activité physique à visée de santé

Sur la question du lien entre activité physique et santé, tout paraît dit depuis longtemps. « Si nous pouvions donner à chaque individu la bonne quantité de nourriture et d'exercice, ni trop peu et ni trop, nous aurions trouvé le moyen le plus sûr pour la santé » (Hippocrate, 460 à 377 avant JC). Dès que l'on sort de ce principe général et des slogans marketing modernes comme « adoptez un style de vie plus actif pour améliorer votre santé » ou « bougez plus », le message se complexifie. En effet, l'OMS (2017) recommande une large palette de choix de pratique d'activité physique aux adultes de 18 à 64 ans (voir encadré), malades chroniques ou non. « Les adultes sédentaires ou limités par certaines maladies verront leur santé s'améliorer s'ils passent de la « sédentarité » à « un certain niveau » d'activité physique » (OMS, 2017). Aller plus loin implique de faire l'hypothèse que des programmes d'activités physiques spécifiques en termes de pratique corporelle, de modalité (dose, fréquence, durée...) et de contexte d'usage sont plus favorables à la santé que d'autres. C'est rentrer dans une logique de programmation de séances d'activités physiques adaptées (APA) ayant un objectif santé précis et un contenu fondé sur des données probantes (*Evidence Based Practice* en anglais). Ces programmes d'APA sont appelés des « thérapeutiques non médicamenteuses validées » (Haute Autorité de santé, 2011) ou des interventions non médicamenteuses. Dans cette logique, les bénéfices et les risques de chaque programme devraient être connus des professionnels, comme des usagers. Ces programmes devraient être intégrés dans tout parcours individuel santé et ajustés à l'évolution de la maladie et aux préférences des patients. Or, à ce jour, la Haute Autorité de santé reste prudente sur la généralisation de ces programmes notamment à cause d'études cliniques présentant des insuffisances sur le plan méthodologique (Haute Autorité de santé, 2011). Pour sortir de ces incertitudes, un besoin d'innovation et de standardisation des méthodes d'évaluation des programmes d'APA est nécessaire. Ce chapitre en donne les principaux arguments scientifiques.

Recommandations OMS sur les activités physiques pour les adultes de 18 à 64 ans (OMS, 2017)

« Les adultes âgés de 18 à 64 ans devraient pratiquer au moins, au cours de la semaine, 150 minutes d'activité d'endurance d'intensité modérée ou au moins 75 minutes d'activité d'endurance d'intensité soutenue, ou une combinaison équivalente d'activité d'intensité modérée et soutenue.

L'activité d'endurance devrait être pratiquée par périodes d'au moins 10 minutes.

Pour pouvoir en retirer des bénéfices supplémentaires sur le plan de la santé, les adultes devraient augmenter la durée de leur activité d'endurance d'intensité modérée de façon à atteindre 300 minutes par semaine ou pratiquer 150 minutes par semaine d'activité d'endurance d'intensité soutenue, ou une combinaison équivalente d'activité d'intensité modérée et soutenue.

Des exercices de renforcement musculaire faisant intervenir les principaux groupes musculaires devraient être pratiqués au moins deux jours par semaine. »

Un besoin de preuves d'efficacité des programmes d'activité physique adaptée

Depuis la nuit des temps, l'homme a essayé de soigner avec des méthodes corporelles ou psychocorporelles. Mais aujourd'hui, s'appuyer sur un mécanisme d'action ou combiner des exercices corporels issus de pratiques empiriques ne suffit plus dans un monde rationnel exigeant un maximum de bénéfices pour un minimum de risques et de dépenses. Les autorités, les financeurs de santé, les professionnels et en premier lieu les patients réclament des preuves d'efficacité et de sécurité, des cahiers des charges de mise en œuvre des programmes d'APA et des professionnels formés et responsables. La demande s'accélère sous la pression de six catégories d'acteurs :

- les patients devenus des consommateurs organisés en collectif et avertis par différentes sources informationnelles exigeant de connaître les effets d'un programme d'APA, les risques encourus pour leur santé et les contraintes (e.g., impact sur la vie quotidienne, montant de la prise en charge et coût du reste à charge) ;
- les professionnels des activités physiques souhaitant travailler sur la base de preuves scientifiques afin de maîtriser les risques et ainsi se différencier d'offres dangereuses et/ou sectaires ;
- les chercheurs convaincus aujourd'hui par les études animales et les cohortes observationnelles humaines de l'influence majeure des comportements sur la santé, sur la biologie avec l'avancée en âge (épigénétique, plasticité neuronale, réversibilité physiologique) et souhaitant mener des études interventionnelles de plus en plus ciblées (multiplication des congrès nationaux et internationaux sur le sujet) ;
- les sociétés savantes souhaitant préciser les arbres décisionnels de prescription et diffuser les bonnes pratiques ;

- l'Assurance Maladie, les mutuelles et les assureurs souhaitant identifier les responsabilités de chaque acteur, estimer les risques en cas de problème et contribuer financièrement aux programmes d'APA en fonction du « meilleur rapport qualité-prix » et du gradient social des patients ;
- les décideurs de santé confrontés à une transition épidémiologique sans précédent dans l'histoire de l'humanité (nombre exponentiel de personnes malades chroniques et de personnes de plus de 60 ans) qui attendent de connaître les meilleures stratégies en matière de programme d'APA.

Ainsi, la demande de preuves d'efficacité des programmes d'APA pour chaque maladie chronique se fait croissante, tant au niveau des bénéfices (efficacité), qu'aux niveaux des risques (effets secondaires et risques d'interaction avec d'autres thérapeutiques), de l'utilité (coûts-efficacité), des contraintes (fardeau supplémentaire) et de l'impact sur la qualité de vie.

Études interventionnelles ciblées

La recherche fondamentale est nécessaire pour comprendre les mécanismes biopsychosociaux qui relient la pratique d'une activité physique à la santé des patients malades chroniques. Des études de cohorte (aussi appelées observationnelles) sont également utiles pour isoler des déterminants de ces pratiques. Par exemple, une étude de suivi sur 6 ans (6 213 hommes testés sur tapis roulant) montre une relation entre la dépense métabolique mesurée en MET et la durée de vie. Les hommes (patients ou personnes en bonne santé) ayant une dépense métabolique supérieure à 8 MET avaient une meilleure survie par rapport aux personnes dont la dépense métabolique était inférieure à 5 MET (Myers et coll., 2002). Mais, ces études ne permettent pas de démontrer l'efficacité d'un programme d'APA, ni d'en préciser le contenu et les conditions de mise en œuvre. Ces preuves d'efficacité peuvent être obtenues par des études interventionnelles qui comparent un groupe de patients à qui l'on propose un programme d'APA innovant à un groupe témoin ou contrôle. Les méta-analyses et les revues systématiques destinées à faire la synthèse de ces essais font le constat actuellement du manque d'études de bonne qualité sur le plan méthodologique. Elles peuvent conclure sur l'efficacité d'un programme d'APA mais peinent à identifier le meilleur programme d'APA pour une maladie chronique donnée (bénéfices-risques, coûts-efficacité).

Des auteurs encouragent les chercheurs à s'intéresser davantage aux études interventionnelles et pas uniquement à se centrer sur la compréhension des mécanismes. Une « science des solutions » doit venir compléter la science des problèmes (Hawe et Potvin, 2009). Autrement dit, l'étude des preuves d'efficacité et des modalités de mise en œuvre d'un programme d'APA est

devenue aussi importante que la compréhension des mécanismes en jeu. De nombreuses agences étrangères soutiennent ce développement depuis le début des années 2010 comme le *National Institute of Health* (NIH) et le *National Center for Complementary and Integrative Health* (NCCIH) aux États-Unis, le *National Institute for Care and Health Excellence* (Nice) en Angleterre et le *Department of Health* en Australie. En Europe, des initiatives voient le jour avec le grand programme de recherche sur la santé et le bien vieillir (Horizon 2020). En France, depuis peu, l'État soutient la création et le développement de structures comme l'Observatoire national de l'activité physique et de la sédentarité, la Plateforme qualité de vie et cancer, la Plateforme Ceps, le Collège universitaire français interdisciplinaire de médecine intégrative et complémentaire (Cumic). Des agences françaises comme l'Agence nationale de recherche sur le sida et les hépatites virales (Anrs), l'Institut de recherche en santé publique (Iresp), l'Institut national du cancer (Inca) et l'Alliance nationale pour les sciences de la vie et de la santé (Aviesan) ont créé un groupe de travail pour améliorer la transférabilité des recherches interventionnelles non médicamenteuses. L'Académie nationale de médecine a publié plusieurs rapports sur le sujet notamment l'un sur la prévention (2013a) et un autre sur les soins complémentaires (2013b). Un organisme nouvellement créé, Santé publique France, s'implique également, comme la Haute Autorité de santé (Haute Autorité de santé, 2011). Des organismes représentant les patients (Ligue contre le Cancer par exemple), des fondations soutenant la recherche (Fondation ARC par exemple) et des sociétés savantes (Société de pneumologie de langue française, Association des chercheurs en activités physiques et sportives...) contribuent activement au développement de la recherche interventionnelle en France. Les centres hospitaliers s'ouvrent à ces études interventionnelles non médicamenteuses avec le soutien de Programmes hospitaliers de recherche clinique.

Ainsi, on assiste depuis 2010 à une multiplication d'essais cliniques testant l'efficacité de programmes d'APA ciblés pour un type de maladie chronique donné. À titre d'illustration, 23 essais cliniques randomisés étaient en cours de réalisation en 2013 dans le monde chez des patients souffrant d'un épisode dépressif majeur, représentant une augmentation de 60 % du nombre d'essais disponibles dans des publications (voir chapitre « Dépression »). L'enjeu n'est plus seulement de recommander l'augmentation de la pratique hebdomadaire d'activité physique mais de proposer des programmes efficaces et sûrs dont les effets sur la santé seront réels et durables. Ces programmes doivent limiter l'aggravation et les complications/récidives de la maladie chronique (visée de prévention tertiaire), réduire les symptômes et potentialiser les autres traitements (visée de soin), et dans certains cas, contribuer à guérir une maladie (visée de guérison).

Méthodes d'évaluation rigoureuses

Une phrase d'un ouvrage référence sur la recherche clinique retrace l'histoire du médicament en ces termes : « jusqu'aux années soixante, nombre d'interventions thérapeutiques n'avaient encore pour seule justification, si l'on peut dire, que la force de la routine, l'attachement crédule à des traditions, ou la généralisation à partir de quelques exemples occasionnels et anecdotiques abusivement appelés expérience professionnelle » (Bouvenot, 2006, p. XIII). En cinquante ans, la recherche clinique a permis de sortir des incertitudes et des pratiques empiriques dans l'utilisation des médicaments (Bhatt, 2010). Toute proportion gardée, cette phrase pourrait illustrer ce qui se passe de nos jours au quotidien dans l'intervention en APA auprès des patients malades chroniques. Les professionnels sont livrés à eux-mêmes et font essentiellement appel à leur formation initiale, à leur expérience personnelle et à leurs croyances pour programmer des séances en APA.

La rigueur méthodologique des études évaluant l'efficacité des programmes d'APA et plus largement des interventions non médicamenteuses n'a pas encore atteint le niveau d'exigence de celui des médicaments (Haute Autorité de santé, 2011) et des sciences expérimentales (Ioannidis, 2014). Les méta-analyses actuelles sont également perfectibles (Ioannidis et coll., 2015). La Haute Autorité de santé a ainsi toutes les raisons de conclure dans son rapport de 2011 qu'« au regard des critères habituellement considérés pour l'évaluation de l'efficacité des traitements médicamenteux, les études évaluant l'efficacité des thérapeutiques non médicamenteuses présentent pour la plupart des insuffisances méthodologiques » (Haute Autorité de santé, 2011, p. 40). Ces constats invitent les chercheurs à mieux penser les méthodes d'évaluation et de méta-synthèse pour diminuer les risques de biais et ainsi rendre indiscutables les résultats des travaux réalisés. Ces recherches devraient s'inscrire dans une démarche épistémologique nommée la médecine fondée sur les preuves, plus connus sous l'appellation anglo-saxonne *Evidence Based Medicine* (EBM).

Avènement de l'*Evidence Based Medicine*

L'approche EBM a été développée par des épidémiologistes de l'Université de McMaster au Canada au début des années 1980 (Sackett et coll., 2000). Elle vise à fonder les décisions cliniques sur des connaissances théoriques, le jugement et l'expérience et ceci sur des preuves scientifiques (Sackett et coll., 2000). L'EBM s'applique à toutes les professions de la santé, de la thérapeutique à la prévention. L'EBM s'appuie sur trois piliers (Sackett et coll., 2007) :

- l'utilisation rigoureuse, explicite et judicieuse de la meilleure preuve actuelle dans la prise de décision pour le traitement individuel des patients ;
- la nécessité d'inclure les choix des patients dans le processus de décision ;
- l'expertise clinique. Les auteurs précisent que sans cette expertise clinique, la « pratique pourrait tomber sous la tyrannie de la preuve », puisque même les plus excellentes preuves externes peuvent être inapplicables ou inappropriées à un patient.

La notion de preuve correspond à une connaissance issue de recherches cliniques ayant obtenu des résultats valides et applicables dans la pratique clinique courante. Les méthodologies d'étude pour délivrer ces preuves sont les essais randomisés contrôlés, les méta-analyses, les études transversales, les études de cohorte et les études cas-témoins bien construites (Sackett et coll., 2000). Ces « preuves » ne remplacent pas le jugement et l'expérience, elles les complètent (Sackett et coll., 2000). Elles aident les professionnels de santé et de la prévention à suivre les innovations et à améliorer leur pratique.

L'avis sur l'efficacité d'une intervention est classé selon le niveau de preuve, du meilleur, le niveau A (méta-analyse issue de données d'essais randomisés contrôlés, essais randomisés contrôlés avec un bon indice de confiance et un suivi supérieur à 80 %), au moins bon, le niveau E (opinion d'experts ou étude exploratoire), en passant par des niveaux intermédiaires B (revue systématique d'études de cohorte, étude de cohorte individuelle ou essai randomisé contrôlé avec un suivi inférieur à 80 %), C (revue systématique d'études cas-témoins, étude cas-témoins de qualité) et D (série de cas, cohorte ou étude cas-témoins). Les sociétés savantes et les commissions consultatives utilisent de plus en plus cette grille de lecture pour émettre des recommandations sur une intervention auprès d'une population cible. Dans cette approche, l'essai randomisé contrôlé tient une place prépondérante dans la démonstration de preuves d'efficacité d'une solution de santé (Sackett et coll., 2000). Ce protocole d'évaluation permet d'établir une relation causale entre le programme d'APA et les bénéfices observés sur la santé et sur la qualité de vie des patients malades chroniques (Bacon et coll., 2015).

L'approche EBM comporte plusieurs intérêts : la mise à jour des connaissances dans des domaines qui progressent rapidement à l'échelle mondiale, la comparaison de l'efficacité des interventions, une confiance accrue des praticiens dans la prise de décision, une standardisation des bonnes pratiques, une rationalisation des moyens fondée sur une évaluation suivant une démarche qualité, une meilleure anticipation des résultats à attendre, un regard plus critique des résultats d'études, un ciblage plus précis des objectifs à atteindre selon les caractéristiques des patients, une meilleure formation

des praticiens et enfin, une amélioration de la communication intra-équipe, inter-équipe, avec le patient et avec ses proches.

De nombreuses études pilotes, aussi appelées études de faisabilité ou exploratoires, signalent des bénéfices de programmes d'APA dans l'amélioration de l'état de santé et de la qualité de vie de patients malades chroniques. Certaines revues de la littérature comme par exemple celle d'Edwards et coll. (2017) pour les maladies cardiaques et celle de Schmitz et coll. (2015) pour les cancers du sein signalent même une diminution des coûts directs de santé (réduction des soins non programmés, diminution du nombre ou de la durée des hospitalisations...) et des coûts indirects (allègement des dépenses de l'aidant familial, diminution du délai de reprise du travail...). Malgré un nombre de publications d'études cliniques en constante augmentation depuis le début des années 2000 (Medline recensait 47 746 publications le 1^{er} janvier 2018), la plupart des revues systématiques souligne la faiblesse méthodologique de certaines études disponibles, obligeant leurs auteurs à les exclure des méta-analyses (ex. : Cooney et coll., 2013). De nombreux essais cliniques publiés sur l'activité physique présentent des biais (Ioannidis, 2014) et/ou manquent de puissance statistique notamment à cause d'un nombre insuffisant de patients inclus. Seules quelques maladies chroniques ont fait l'objet de nombreux essais cliniques comme les troubles dépressifs (voir chapitre « Dépression »), les maladies cardiovasculaires (voir chapitres « Insuffisance cardiaque chronique », « Artériopathie oblitérante des membres inférieurs », « Pathologies coronaires ») ou la bronchopneumopathie chronique obstructive – BPCO (voir chapitre « Bronchopneumopathie chronique obstructive »). L'ensemble de ces éléments encourage la réalisation d'essai randomisé⁷⁶ contrôlé de meilleure qualité (Boutron et coll., 2012 ; Ninot, 2013 ; Ioannidis, 2014 ; Bacon et coll., 2015).

Innover dans l'évaluation des programmes d'activité physique adaptée

Standardiser la rédaction des études cliniques

Si dans le médicament, le processus de restitution des études cliniques est défini et standardisé à un niveau international depuis longtemps (*World Medical Association*, 1997⁷⁷), ce n'est pas encore le cas pour les interventions

76. La randomisation signifie que les participants sont aléatoirement affectés dans un des deux bras de l'étude, soit à leur insu (simple aveugle), soit à l'insu également de l'expérimentateur (double aveugle).

77. WMA Declaration on Guidelines for Continuous Quality Improvement In Health Care. <https://www.wma.net/policies-post/wma-declaration-on-guidelines-for-continuous-quality-improvement-in-health-care/>

non médicamenteuses (Boutron et coll., 2012). L'objectif de l'étude n'est pas toujours clairement explicité dans l'article. La description des méthodes et la présentation des résultats sont souvent partielles. Par exemple, des essais randomisés contrôlés non médicamenteux ne détaillent pas toujours dans la même publication les effets de l'intervention en APA testée sur tous les critères évalués (efficacité, comportement, sécurité, satisfaction, utilité). Ces limites favorisent les erreurs d'interprétation de la part des lecteurs, chercheurs comme praticiens (Glasziou et coll., 2010). Elles freinent la réplication des résultats par de nouvelles études, ce qui est un principe fondamental de la science (reproductibilité des résultats).

De récentes initiatives visent à standardiser les procédures de compte rendu des études cliniques dans les publications. Elles facilitent le travail des revueurs des articles soumis aux revues scientifiques et l'exploitation des résultats dans des revues systématiques. Un groupe de scientifiques et de rédacteurs proposent le *Consolidated Standards of Reporting Trials* (Consort) pour améliorer la qualité des comptes rendus des essais cliniques⁷⁸. Il comprend une liste d'éléments à vérifier avant la soumission d'un article et un diagramme synthétique pour rendre compte de l'essai (Altman et coll., 2012). Des revues scientifiques et médicales de premier plan et des grands groupes éditoriaux l'ont adopté. Une déclinaison spécifique aux interventions non médicamenteuses est proposée pour le texte (Boutron et coll., 2008) et le résumé (Boutron et coll., 2017) de l'article.

Mieux décrire les programmes

Si une partie de l'effet d'un programme d'APA sur la santé de patients malades chroniques incombera toujours à la singularité du participant, du professionnel et de leur relation dans un contexte et un temps donnés, l'autre partie relève du programme, autrement dit d'un contenu et d'une organisation spécifiques. Cette intervention peut être décrite, observée, filmée, et comparée en tant que telle (Hoffmann et coll., 2016). Tout programme d'APA devrait ainsi pouvoir faire la preuve que son bénéfice ne résulte pas que de l'effet placebo (Hoffmann et coll., 2016), de l'effet Hawthorne ou de l'évolution naturelle de la maladie (Ollendick, 2014). Des travaux montrent par exemple que la méthode psychothérapeutique compte plus dans l'explication de son bénéfice à moyen terme que la personne qui l'anime (Horvath et coll., 2011 ; Haug et coll., 2012). La relation au patient compte surtout au début de l'intervention. De même, il est probable que le charisme du professionnel et la qualité de l'alliance thérapeutique jouent un rôle pour la

réussite d'un programme d'APA mais le contenu du programme sera déterminant. Encore faut-il que ce contenu soit clairement explicité. Or, la description des programmes d'APA s'avère trop succincte dans de nombreuses publications d'études cliniques (Glasziou et coll., 2014). Elle est la plupart du temps incomplète. Les auteurs mentionnent souvent le nom du programme d'APA (la marche nordique par exemple), la fréquence hebdomadaire des séances, la durée, l'intensité et la participation réelle aux séances (adhésion). Ils précisent plus rarement, le lieu de pratique, le cadre institutionnel, la formation de l'intervenant, la disponibilité d'un cahier des charges, le modèle théorique sous-jacent, les techniques psychopédagogiques utilisées et les aides financières inhérentes à la pratique. Glasziou et coll. (2008) ont évalué la qualité de la description des interventions médicamenteuses et non médicamenteuses dans 80 publications consécutives d'octobre 2005 à octobre 2006 : la description est satisfaisante pour 29 % des études non médicamenteuses comparée à 67 % pour les études médicamenteuses. Un autre travail montre que seulement 34 % des études non médicamenteuses donne des informations supplémentaires sur le contenu de l'intervention sur un site Internet (Hoffmann et coll., 2013). Des progrès restent à faire en la matière, y compris dans des pratiques revisitant des activités physiques anciennes comme le Chi Gong par exemple, dont des résultats semblent prometteurs (Lee et coll., 2007 ; Gueguen et coll., 2017). En tant qu'intervention non médicamenteuse, tout programme d'APA devrait ainsi disposer explicitement d'une appellation, d'objectifs précis sur des indicateurs de santé, d'une population cible, d'un modèle théorique (mécanismes d'action, processus psychologiques en jeu), d'un contenu (durée, fréquence, intensité, techniques, difficulté...), d'un niveau de qualification du professionnel et d'une liste de publications associées (Ninot et Carbonnel, 2016). Le tout devrait être rassemblé dans un cahier des charges accessible à tous. Ceci va être d'autant plus nécessaire à l'avenir que les programmes d'APA vont être intégrés dans des solutions multimodales nommées interventions complexes (Craig et coll., 2008 ; Moore et coll., 2015). Ces interventions vont faire appel à une combinaison d'interventions non médicamenteuses et de traitements biologiques pour prendre en charge un problème de santé.

Encourager les essais cliniques pragmatiques

Il est évidemment utile de comprendre le mode d'action d'un programme en APA par des travaux expérimentaux isolant chaque mécanisme biologique (ex. : inflammation, métabolisme). L'utilisation de modèles animaux s'avère pertinente. Cette logique réductionniste attribuable notamment à Louis Pasteur facilite la découverte de la molécule qui régule le mécanisme biologique

d'action en cas de pathologie. Elle a engendré les grandes innovations médicamenteuses du XX^e siècle. Mais cette logique ne s'applique pas strictement au domaine des APA. Un programme d'APA sollicite plusieurs mécanismes en parallèle, à tous les niveaux d'intégration du biochimique au social (Vina et coll., 2012). Il s'agit d'une « molécule à effet systémique » qui impacte le patient à différents niveaux. Un essai clinique testant l'efficacité d'un programme d'APA ne peut pas isoler un seul mécanisme. Le patient ne vit pas de manière isolée dans un laboratoire comme des souris testées dans un cadre expérimental. Ceci sera d'autant plus manifeste dans la vie réelle du patient (hors contexte d'étude), où les mécanismes physiologiques et psychologiques sollicités par le programme d'APA agiront de concert. Les bénéfices d'un programme d'APA seront ainsi observables sur plusieurs critères de jugement (Vina et coll., 2012).

Concevoir une étude évaluant l'efficacité d'un programme d'APA revient à s'affranchir de certains principes valables pour le médicament. D'une part, sur le plan théorique, c'est considérer que l'intervention d'APA fait appel à des modèles explicatifs intégrés (par exemple, modèle biocomportemental) (Antoni et coll., 2016). D'autre part, sur le plan méthodologique, c'est préférer des protocoles pragmatiques évaluant « l'*effectiveness* » à des protocoles explicatifs évaluant « l'*efficacy* » (Schwartz et Lellouch, 2009). En français, il n'existe qu'un seul mot, le terme efficacité. Schwartz et Lellouch (2009) distinguent en effet deux types d'essais cliniques randomisés car ils visent deux objectifs différents. L'essai randomisé pragmatique est une étude réalisée dans la vie réelle des patients dans le cadre de leurs soins habituels. Son objectif est d'aider à prendre une décision sur une intervention à mener. Un essai randomisé explicatif (« *explanatory* » en anglais) est une étude menée dans un cadre idéal, pour donner la meilleure démonstration possible du bénéfice santé d'une intervention par rapport à une autre (Rothwell, 2005). Un essai clinique testant l'efficacité d'un programme d'APA ne maîtrisera jamais parfaitement les mécanismes en jeu dans la vie réelle du patient et dans la durée. Par conséquent, les études testant l'efficacité d'un programme d'APA devraient se fonder sur l'essai pragmatique. Certains auteurs ont un avis moins dichotomique (Thorpe et coll., 2009 ; Loudon et coll., 2015). Ils postulent que ces deux approches représentent deux attitudes opposées à l'égard de la prise de décision sur l'utilité d'une intervention. Ils pensent qu'il n'y a pas de seuil simple et qu'il y a peu d'essais purement explicatifs ou pragmatiques. Ils parlent de continuum. Ils ont ainsi développé un modèle en neuf domaines, le PRECIS-2 (« *PRagmatic Explanatory Continuum Indicator Summary* ») :

- Admissibilité : Dans quelle mesure les participants de l'essai sont-ils représentatifs de ceux qui recevraient cette intervention dans le cadre de soins courants ?

- Recrutement : Quelles ressources supplémentaires sont mises en œuvre pour recruter des participants au-delà de la pratique des soins habituels ?
- Paramétrage : De quelle manière les paramètres de l'essai sont-ils différents des paramètres de soins habituels ?
- Organisation : Dans quelle mesure les ressources, l'expertise des intervenants et l'organisation de l'intervention dans le bras expérimental de l'essai sont différentes de celles disponibles dans les soins habituels ?
- Flexibilité (délivrance de l'intervention) : Quelle est la probabilité de différence entre l'intervention proposée et les soins habituels ?
- Flexibilité (adhésion) : Quelle est la différence entre la manière dont les participants sont surveillés et encouragés à suivre l'intervention et celle pratiquée dans les soins habituels ?
- Suivi : Quelle est l'intensité de la mesure et du suivi des participants de l'essai par rapport aux soins habituels ?
- Résultat sur le critère principal : Dans quelle mesure le résultat principal de l'essai est-il directement pertinent pour les participants ?
- Analyse principale : Dans quelle mesure toutes les données sont-elles incluses dans l'analyse du résultat primaire ?

Améliorer la qualité méthodologique des études

La méthodologie d'un essai clinique testant l'efficacité d'un programme d'APA s'avère plus complexe à élaborer que celle d'un médicament (Falissard, 2016). Ce type d'études requiert du temps, une grande rigueur et d'importantes ressources financières, humaines et matérielles. Un protocole impose d'opérer des choix entre un idéal méthodologique (validité interne)⁷⁹, une faisabilité locale de l'étude et une portée de transférabilité des résultats dans la pratique professionnelle et la vie quotidienne des patients (validité externe)⁸⁰. Une des critiques faites à ces études est qu'en voulant éliminer le plus de biais méthodologiques ou en se centrant sur des marqueurs indiscutables comme la mortalité, les résultats deviennent inexploitable dans la vie réelle (Rothwell, 2005). Par ailleurs, un protocole d'étude ne fait pas toujours l'unanimité. Il peut varier d'une équipe de recherche à l'autre en

79. Validité interne d'une étude. C'est la qualité de la méthode d'une étude. Elle reflète jusqu'à quel point on peut montrer que tous les aspects de la conception d'une étude et la manière dont l'étude a été menée ont pu protéger vis-à-vis de biais systématiques, de biais non systématiques et d'une erreur inférentielle (HAS, 2013).

80. Validité externe d'une étude. Elle correspond à la cohérence avec les connaissances et les données qui ne sont pas celles de l'étude (physiopathologiques, pharmacologiques, épidémiologiques) (HAS, 2013).

fonction des options méthodologiques prises sur le *design* du protocole, le ciblage de la population (inclusion), le type de groupe contrôle, la mesure des variables et l'analyse des données. Selon Ioannidis (2014, p. 2), « l'adoption de méthodes statistiques plus appropriées, de définitions et d'analyses normalisées et de seuils plus stricts pour faire valoir des découvertes ou des « réussites » peut diminuer le taux de faux positifs dans des domaines qui ont été jusqu'à présent trop indulgents (comme l'épidémiologie, la psychologie, ou l'économie) ».

Le choix d'un marqueur microscopique (ex. : hémoglobine glyquée) ou d'un marqueur macroscopique (ex. : qualité de vie) comme critère de jugement principal modifie considérablement le nombre de patients à inclure dans chaque groupe d'un essai randomisé contrôlé. Le choix des variables secondaires fait aussi débat. Parmi ces variables secondaires, l'utilisation de marqueurs économiques comme par exemple le nombre et la durée des hospitalisations liées ou non à la maladie chronique après le programme d'APA s'avère utile pour encourager la mise en œuvre et le financement en routine clinique de l'intervention innovante (Bourbeau et coll., 2006 ; Ninot et coll., 2011). Comme variable secondaire, un marqueur composite, comme par exemple l'index BODE (« *Body Mass Index Obstruction Dyspnea Exercise* ») dans la BPCO, est pertinent car il rend compte de l'impact global d'une intervention (Güell et coll., 2017) et il est facilement mesurable (Celli et coll., 2004). Les variables secondaires peuvent ainsi être à l'origine de publications sous des angles disciplinaires qui permettent de mieux comprendre l'effet d'un programme d'APA. Un exemple typique est l'essai randomisé HF-Action qui a conduit à des publications différentes selon les marqueurs épidémiologiques (O'Connor et coll., 2009), cliniques (Flynn et coll., 2009), économiques (Reed et coll., 2010 et 2012) et psychologiques (Blumenthal et coll., 2012 ; Cooper et coll., 2015).

Le choix des instruments de mesure est essentiel. Par exemple, mesurer la qualité de vie dans un essai clinique est devenu une nécessité, mais avec quel questionnaire ? Il en existe une centaine d'instruments (Bacro, 2013). Le choix devrait s'orienter vers des questionnaires validés scientifiquement (si possible avec une validation transculturelle dans la langue choisie pour l'étude), les plus utilisés dans les publications (pour la comparabilité des résultats entre les études, par exemple avec le questionnaire générique *Medical Outcome Survey SF-36*), les plus sensibles au changement (par exemple avec un questionnaire de qualité de vie spécifique à une maladie chronique comme le VQ11 dans la BPCO) et disposant d'un seuil minimal de changement clinique individuel (Revicki et coll., 2008 ; Gatchel et coll., 2012 ; Ninot, 2012). L'usage de questionnaire informatisé facilite le recueil

de données et les analyses. Ces solutions numériques peuvent s'avérer des plus utiles en cas de croisement/recoupement entre des données déclaratives (par exemple auto-évaluation du niveau d'activité physique par questionnaire) et comportementales (par exemple nombre de pas réalisés par jour).

Le choix de la durée du suivi fait souvent débat. Des essais cliniques s'intéressent à l'effet du programme d'APA juste à la fin de celui-ci. D'autres s'intéressent au suivi sur plusieurs mois, voire plusieurs années. Mais suivre des patients après une intervention en APA sur du long terme s'avère complexe car interviennent des événements qui peuvent modifier l'effet étudié (problème de santé sans lien avec la maladie, événement de vie imprévu, déménagement...). Quelle que soit la durée de suivi, le relevé des effets indésirables (incident, accident, interaction à risque) et de l'adhésion au programme (pourcentage de personnes ayant participé à 100 %, 80 % et moins de 80 % des séances du programme d'APA) de chaque participant est une nécessité (Hoffmann et coll., 2016).

Le choix de la population d'étude à inclure dans un essai clinique doit être bien réfléchi en amont. Une population trop ciblée sur un stade de gravité d'une maladie chronique ou sur une caractéristique sociodémographique sera peu représentative. Une population trop large ne conviendra pas non plus (variabilité interindividuelle due aux comorbidités, à l'âge, au sexe...). Des problèmes se posent pour les maladies rares (difficulté de recrutement et de représentativité) et des publics particuliers comme les enfants (pertinence de l'usage d'auto-questionnaire par exemple).

Le choix du type de groupe contrôle mérite la plus grande attention. Un groupe contrôle sans intervention, suivant des soins courants, suivant une intervention placebo (censée être sans effet comme une information générale sur la santé) ou suivant un autre programme d'APA n'engendrera pas les mêmes comparaisons et conclusions (Freedland, 2013).

Le choix des analyses statistiques (analyse selon la nature paramétrique ou non paramétrique des variables dépendantes, analyses en intention de traiter, choix du test post-hoc par exemple) et des sous-analyses (répondeurs *versus* non répondeurs dans un même groupe) mérite la plus grande attention pour éviter les erreurs.

Des propositions sont faites depuis peu pour tenter d'harmoniser les essais cliniques non médicamenteux. Le *Standard Protocol Items : Recommendations for Interventional Trials* (Spirit) a été développé à cette fin (Chan et coll., 2013). Une check-list a été établie, la *TIDieR check-list* (Hoffmann et coll., 2014), pour vérifier la qualité méthodologique d'un essai. Ces outils aident à mieux penser la méthode de l'étude en fonction de l'objectif établi.

Publier les résultats, même négatifs

Des chercheurs ne publient pas systématiquement les résultats négatifs ou de non supériorité du groupe APA par rapport au groupe contrôle d'un essai clinique. Ce « mauvais réflexe » vient du fait que les résultats invalident les hypothèses, par habitude, pour éviter un refus des reviewers, ou pour éviter les critiques de la part de leur communauté. Cette littérature non publiée, aussi appelée littérature grise dans des revues académiques ou non recensées par les principales bases de données, a tendance à majorer les résultats en faveur des interventions. Les résultats d'une étude clinique rigoureuse dans le domaine des APA appliquées aux personnes malades chroniques devraient être connus, quels qu'ils soient. Ils font progresser les chercheurs qui mettront en place de nouvelles études et les praticiens qui concevront de meilleures interventions. Un exemple peut être l'essai randomisé HF-Action testant l'efficacité d'un programme d'APA sur la survie et le risque d'hospitalisation chez des patients ayant eu un arrêt cardiaque (O'Connor et coll., 2009). Une analyse ultérieure des données montre que le manque de supériorité du groupe APA par rapport au groupe contrôle sur la survie s'explique par le manque de soutien social et les barrières à la pratique d'activité physique (Cooper et coll., 2015). Un tiers des patients n'avaient pas suivi le programme d'APA supervisé et programmé à domicile. Ceci peut ainsi amener à enrichir le programme d'APA par l'usage de techniques de changement de comportements (Michie et coll., 2011). À ce titre, Michie et coll. (2013) proposent une taxonomie utile qui liste les 93 techniques qu'un programme d'APA peut potentiellement utiliser dans le but de modifier les comportements, la *Behaviour Change Technique Taxonomy* (BCTT).

Vers une autorité supranationale d'enregistrement des essais non médicamenteux

Dans la recherche clinique médicamenteuse, tout protocole d'essai doit être déclaré aux autorités compétentes et être publiquement accessible. L'obtention d'un numéro d'agrément est exigée par les revues scientifiques avant la publication des résultats. Or, dans le secteur des APA, il n'existe pas d'obligation de déclaration d'une étude interventionnelle, ni même de structure unique. L'OMS avec l'ICTRP⁸¹, les États-Unis avec *Clinical Trials*⁸², l'Europe avec le *Clinical Trials Register*⁸³, une structure privée comme *Controlled Trials*⁸⁴ proposent leurs services. Rien n'est clairement établi à ce jour.

81. www.who.int/ictrp/about/en

82. <https://clinicaltrials.gov>

83. www.clinicaltrialsregister.eu

84. www.controlled-trials.com

Besoins éthiques et juridiques sur la recherche interventionnelle en activité physique adaptée

Questions éthiques

Au-delà des questions méthodologiques, des questions éthiques se posent à tout chercheur souhaitant tester l'efficacité d'un programme d'APA auprès de patients malades chroniques dans le cadre d'une étude clinique :

- Originalité : Est-ce que l'essai clinique n'a pas déjà été fait et à quel point l'innovation apporte une nouveauté ?
- Dignité : Est-ce que l'intervention respecte la dignité et les droits fondamentaux de la personne humaine ?
- Équité : Quelles sont les compensations envisagées pour les participants du groupe contrôle ?
- Conflits d'intérêt : Est-ce que le concepteur du programme d'APA est aussi l'animateur des séances d'APA et/ou l'évaluateur des bénéfices auprès de chaque participant ? Si tel est le cas, le conflit d'intérêts est patent. Les conclusions de l'essai clinique seront discréditées.
- Confidentialité : Quelles sont les mesures prises pour garantir l'anonymat des participants et des données qui les concernent ? Quels sont l'usage et la pérennité des données recueillies ?

Les Comités de protection des personnes (CPP) sont chargés de vérifier qu'un essai clinique est acceptable sur le plan scientifique et éthique et qu'une attention est portée à la protection des participants et à leur information (par exemple la procédure écrite de consentement, autrement dit d'acceptation de participation à l'essai clinique). Les CPP sont composés de personnes qualifiées en matière de recherche clinique, de professionnels de santé, de juristes, de psychologues, de personnes compétentes en éthique et en épidémiologie et de représentants des associations agréées de malades et d'usagers du système de santé.

Un CPP peut être en difficulté pour répondre aux questions posées par les essais interventionnels non médicamenteux et en particulier ceux testant l'efficacité de programmes d'APA. Peuvent-ils décemment interdire à un patient de faire de l'activité physique même si celui-ci a été affecté aléatoirement dans le groupe contrôle d'un essai ? Peuvent-ils rendre un avis différent s'ils considèrent le programme d'APA comme une solution de loisir, une solution de prévention, une solution de soin ou une solution curative ? La loi Jardé française de 2016 sur les recherches impliquant la personne humaine vise à mieux encadrer le travail des CPP. Elle distingue les

recherches interventionnelles « qui comportent une intervention sur la personne non justifiée par sa prise en charge habituelle », de celles « qui ne comportent que des risques et des contraintes minimales, dont la liste est fixée par arrêté du ministre chargé de la santé », et de celles « qui ne comportent aucun risque ni contrainte dans lesquelles tous les actes sont pratiqués et les produits utilisés de manière habituelle » ; elle est censée apporter plus de clarté. Des décrets d'application seront sans doute nécessaires pour les programmes d'APA. Sans standard national, européen, voire international, les réponses éthiques vont certainement varier d'un comité à l'autre.

Questions juridiques

Un essai clinique testant l'efficacité d'un programme d'APA relève en France de la loi Jardé 2016 sur les recherches impliquant la personne humaine. Si des éléments sont établis par la loi et ses décrets et arrêtés (par exemple l'arrêté du 2 décembre 2016 fixant la liste des recherches mentionnées au 2^o de l'article L. 1121-1 du Code de la santé publique), la qualification juridique d'un programme d'APA reste ambiguë entre un produit de santé et un produit de consommation courante. Si le programme est considéré comme un produit de santé, alors il devrait montrer une amélioration du service médical rendu en précisant la « nature de l'affection traitée » (notamment son degré de gravité), son « niveau d'efficacité et du rapport bénéfices risques » (du niveau I « progrès thérapeutique majeur » au niveau V « absence d'amélioration avec avis favorable à l'inscription à grade ») et sa « place dans la thérapeutique existante ». Si le programme est considéré comme un produit de consommation courante, alors aucune démonstration de valeur ajoutée santé n'est attendue. À ce jour, les programmes d'APA ne dépendent pas à proprement parler de l'Agence nationale de sécurité des médicaments et des produits de santé (ANSM), pas plus qu'ils ne dépendent de l'Agence nationale de sécurité sanitaire, de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses). Comme d'autres interventions non médicamenteuses, ils se situent dans un vide juridique entre des produits de consommation courante non régulés et des produits de santé régulés par l'ANSM et l'*European Medicines Agency* (Ema). De plus, si un programme d'APA utilise une nouvelle technologie, il peut rentrer dans la catégorie des dispositifs médicaux de classe I : « tout instrument, appareil, équipement, logiciel, matière ou autre article, utilisé seul ou en association, y compris le logiciel destiné par le fabricant à être utilisé spécifiquement à des fins diagnostique et/ou thérapeutique, et nécessaire au bon fonctionnement de celui-ci ».

Un autre problème de taille concerne la propriété intellectuelle des inventeurs. Les programmes d'APA font appel à des savoir-faire empiriques

transmis de maître à élève, à des techniques et à des procédés qui sont difficilement protégeables par le droit. Ces difficultés résiduelles limitent l'innovation et les investissements en recherche et développement. Une solution peut être de protéger la marque du programme (par exemple le programme Acti'March[®] de la Fédération française de gymnastique volontaire) ou ses technologies sous-jacentes (par exemple le programme Sapatic visio[®] de l'entreprise V@si).

Vers un paradigme standardisé de validation et de surveillance

Avec une science des APA mondialisée, les innovations dans les programmes ciblés sur une maladie chronique se multiplient. De nombreux chercheurs réclament un paradigme standardisé de validation clinique de ces programmes au même titre que les médicaments avec ses quatre phases (Campbell et coll., 2000 ; Boutron et coll., 2012 ; Ninot, 2013 ; Glasziou et coll., 2013). Or, on n'assiste pas pour l'instant à une convergence vers un modèle unique mais à une multiplication et une diversification des modèles (Ninot et Carbonnel, 2016). Certains s'inspirent du médicament comme le modèle Consort pour les traitements non pharmacologiques (Boutron et coll., 2008). D'autres s'appuient sur la psychologie comme le modèle américain *Obesity-Related Behavioral Intervention Trials* (Orbit) de Czajkowski et ses collaborateurs (2015). D'autres s'inspirent de l'ingénierie avec le modèle Agile qui se fonde sur une procédure itérative d'amélioration de la qualité de la solution santé (Beck et coll., 2001). D'autres enfin proposent des hybridations comme le modèle *Multiphase Optimization Strategy* connu sous l'abréviation Most (Collins et coll., 2005 et 2007) qui s'appuie sur trois phases successives d'ajustement et recommande l'utilisation de l'essai randomisé contrôlé à chacune des phases.

Ces modèles proposent des solutions plus ou moins contraignantes en matière de recherche amont (observationnelle, mécanistique et interventionnelle) et aval (implémentation et surveillance). Ils diffèrent en termes de temps de validation et de consommation de ressources humaines, matérielles et financières. L'adoption d'un paradigme unique permettrait de rendre les procédures de validation et de surveillance des programmes d'APA plus cohérentes pour les chercheurs, plus sûres pour les utilisateurs et plus claires pour les décideurs.

En amont, si l'essai randomisé contrôlé est critiqué dans le domaine des interventions non médicamenteuses (Hawe et Potvin, 2009 ; Falissard, 2016)

car il se prête mieux à l'évaluation d'un médicament qu'à une intervention humaine comme un programme en APA, rien ne le remplace pour l'instant dans l'esprit des décideurs (Haute Autorité de santé, 2011). Il sera difficile d'en faire l'économie tant que la science s'appuiera sur l'approche poppérienne qui veut que toute méthode scientifique repose sur la « formulation d'hypothèses réfutables par des expériences reproductibles » (Falissard, 2005, p. 5). C'est le seul rempart contre les dérives en tout genre, notamment dans des disciplines travaillant sur l'humain avec l'humain (Macleod et coll., 2014). L'essai randomisé contrôlé devrait rester la clé de voute de la démonstration de l'efficacité des programmes d'APA sur des populations cibles même si des ajustements méthodologiques sont nécessaires au regard de leurs spécificités (Boutron et coll., 2008 ; Ninot et Carbonnel, 2016). Ces ajustements pourraient par exemple consister à compléter l'essai par des entretiens qualitatifs individuels des participants, à augmenter le nombre de marqueurs (mesures biopsychosociale et comportementale pour mieux évaluer l'impact) et à devenir plus collaboratif dans une logique pragmatique (plusieurs équipes travaillant sur la même étude pour augmenter la taille de l'échantillon et la puissance statistique). Ils pourraient aussi devenir plus adaptatifs selon les résultats intermédiaires obtenus (*Food and Drug Administration*, 2016). *A minima*, des auteurs comme Ioannidis (2014) plaident pour une information plus claire sur les attendus méthodologiques avant la mise en œuvre du protocole plutôt qu'au moment de la publication comme aujourd'hui. Les résultats des études interventionnelles pourraient ainsi mieux enrichir les méta-analyses et mieux justifier l'utilité ou non de nouveaux essais.

En aval, la généralisation de la prescription des programmes d'APA dans les parcours de santé des patients malades chroniques va encourager les chercheurs à innover sur le plan méthodologique par exemple en combinant des évaluations qualitatives et quantitatives (Falissard, 2016) ou en s'intéressant aux approches réalistes (Cambon et coll., 2012 ; Ride et Haddad, 2013). Trois types d'évaluations semblent particulièrement prometteuses pour la transférabilité des résultats (Cambon et coll., 2012 ; Glasziou et coll., 2010). Des études d'implémentation permettraient de comprendre les conditions de mise en œuvre de ces programmes dans des contextes spécifiques (ex. : pratique individuelle ou collective, usage des nouvelles technologies, niveaux de remboursement/reste à charge, stratégies de compensation des inégalités sociales et territoriales). Une première proposition a été formulée pour en délimiter le cadre avec la grille *Standards for Reporting Implementation Studies* – StaRI (Pinnock et coll., 2017). Des études en *big data* de données de santé et comportementales anonymisées à grande échelle (*quantified self*) pourraient également s'avérer pertinentes pour évaluer les usages et les mésusages des programmes d'APA. Enfin, des procédures de surveillance par les

professionnels et les usagers comme c'est le cas dans le médicament (dispositif de pharmacovigilance) pourraient être mises en place pour alerter les autorités en cas de défaillance de programmes et/ou de professionnels. Ces évaluations aval devraient faciliter la mise en œuvre des programmes et la détection des cas et situations à risque.

Conclusion

Ce chapitre souligne l'accélération des recherches interventionnelles visant à évaluer les bénéfices et les risques sur la santé des activités physiques à destination des personnes malades chroniques. Les programmes d'APA qui en découlent deviennent de plus en plus spécialisés et ciblés. Mais, pour continuer à les améliorer dans une optique de soin et de prévention, sans accroître les inégalités sociales de santé, on s'aperçoit que le paradigme de validation et de surveillance du médicament qui fait référence dans le monde de la santé ne correspond pas totalement à ces interventions non médicamenteuses. Tant que l'essai randomisé contrôlé restera un *gold standard* (Haute Autorité de santé, 2011), il sera nécessaire d'en faire en APA, en moins grand nombre mais de meilleure qualité. Ces essais devraient être pragmatiques (et non explicatifs) avec une méthodologie plus rigoureuse, une meilleure description du contenu du programme d'APA, sans conflits d'intérêt et ciblés sur une population de malades chroniques peu étudiée. Ils devraient s'appuyer sur un travail collaboratif à grande échelle permettant d'augmenter la taille des échantillons et la puissance statistique. Ces essais permettront de mieux étayer les méta-analyses et autres revues systématiques.

En aval de la vérification de l'efficacité des programmes d'APA et compte tenu de leurs faibles risques sur la santé, le besoin est aujourd'hui centré sur la compréhension de la mise en œuvre de ces programmes en fonction des territoires et des contextes culturels particuliers. Des études d'implémentation, *big data* et de surveillance vont pouvoir amener de solides connaissances en la matière.

Ce chapitre constitue un encouragement adressé aux professionnels de santé et de la prévention à participer aux recherches interventionnelles sur les programmes d'APA destinés aux personnes souffrant d'une maladie chronique. Cette culture de la recherche évaluative pragmatique les fera indiscutablement progresser dans la conception, la prescription, l'encadrement et l'évaluation des programmes.

Au moment où la technomédecine et les biotechnologies permettent d'envisager un allongement de l'espérance de vie des humains (Alexandre, 2011),

les programmes d'APA sont devenus d'indispensables stratégies de soin pour les personnes malades chroniques. Un patient va ainsi combiner un ou plusieurs programmes durant un temps de parcours, puis en utiliser d'autres. La recherche sera centrale pour l'aider à choisir le meilleur programme en fonction de son état de santé, de ses préférences et des ressources offertes par la société.

RÉFÉRENCES

Académie Nationale de Médecine. *La culture de prévention en santé : des questions fondamentales*. Paris : Académie Nationale de Médecine, 2013a.

Académie Nationale de Médecine. *Thérapies complémentaires (acupuncture, hypnose, ostéopathie, tai-chi) : Leur place parmi les ressources de soins*. Paris : Académie Nationale de Médecine, 2013b.

Alexandre L. *La mort de la mort : comment la technomédecine va bouleverser l'humanité*. Paris : J.C. Lattès, 2011 : 426 p.

Altman DG, Moher D, Schulz KF. Improving the reporting of randomised trials: the CONSORT statement and beyond. *Stat Med* 2012 ; 31 : 2985-97.

Antoni MH, Bouchard LC, Jacobs JM, et al. Stress management, leukocyte transcriptional changes and breast cancer recurrence in a randomized trial: an exploratory analysis. *Psychoneuroendocrinology* 2016 ; 74 : 269-77.

Bacon SL, Lavoie KL, Ninot G, et al. An international perspective on improving the quality and potential of behavioral clinical trials. *Curr Cardiovasc Risk Report* 2015 ; 427 : 2-6.

Bacro F. *La qualité de vie : approches psychologiques*. Rennes : Presses Universitaires de Rennes, 2013 : 162 p.

Beck K, Beedle M, Bennekum A, et al. Manifesto for Agile software development. <http://www.agilemanifesto.org>. 2001.

Bhatt A. Evolution of clinical research: a history before and beyond james lind. *Perspect Clinic Res* 2010 ; 1 : 6-10.

Blumenthal JA, Babyak MA, O'Connor C, et al. Effects of exercise training on depressive symptoms in patients with chronic heart failure: the HF-ACTION randomized trial. *JAMA* 2012 ; 308 : 465-74.

Bourbeau J, Collet JP, Schwartzman K. et al. Economic benefits of self-management education in COPD. *Chest* 2006 ; 130 : 1704-11.

Boutron I, Moher D, Altman DG, et al. Extending the CONSORT statement to randomized trials of nonpharmacologic treatment: explanation and elaboration. *Ann Intern Med* 2008 ; 148 : 295-309.

- Boutron I, Ravaud P, Moher D. *Randomized clinical trials of non pharmacological treatments*. Boca Raton : CRC Press Taylor and Francis, 2012 : 404 p.
- Boutron I, Altman DG, Moher D, *et al.* CONSORT NPT Group. CONSORT statement for randomized trials of nonpharmacologic treatments: a 2017 update and a CONSORT extension for nonpharmacologic trial abstracts. *Ann Intern Med* 2017 ; 167 : 40-7.
- Bouvenot G, Vray M. *Essais cliniques : Théorie, pratique et critique*. Paris : Lavoisier, 2006 : 462 p.
- Cambon L, Minary L, Ridde V, *et al.* Transferability of interventions in health education: a review. *BMC Public Health* 2012 ; 12 : 497.
- Campbell M, Fitzpatrick R, Haines A, *et al.* Framework for design and evaluation of complex interventions to improve health. *BMJ* 2000 ; 321 : 694-6.
- Celli BR, Cote CG, Marin JM, *et al.* The body-mass index, airflow obstruction, dyspnea, and exercise capacity index of chronic obstructive pulmonary disease. *N Engl J Med* 2004 ; 350 : 1005-12.
- Chan AW, Tetzlaff JM, Altman DG, *et al.* SPIRIT 2013 statement: defining standard protocol items for clinical trials. *Ann Intern Med* 2013 ; 158 : 200-7.
- Collins LM, Murphy SA, Nair VN, *et al.* A strategy for optimizing and evaluating behavioral interventions. *Ann Behav Med* 2005 ; 30 : 65-73.
- Collins LM, Murphy SA, Strecher V. The multiphase optimization strategy (MOST) and the sequential multiple assignment randomized trial (SMART): new methods for more potent eHealth interventions. *Am J Prev Med* 2007 ; 32 : S112-8.
- Cooney GM, Dwan K, Greig CA, *et al.* Exercise for depression. *Cochrane Database Syst Rev* 2013 : CD004366.
- Cooper LB, Mentz RJ, Sun JL, *et al.* Psychosocial factors, exercise adherence, and outcomes in heart failure patients: insights from heart failure: a controlled trial investigating outcomes of exercise training (HF-ACTION). *Circ Heart Fail* 2015 ; 8 : 1044-51.
- Craig P, Dieppe P, Macintyre S, *et al.* Developing and evaluating complex interventions: the new Medical research council guidance. *Br Med J* 2008 ; 337 : a1655.
- Czajkowski SM, Powell LH, Adler N, *et al.* From ideas to efficacy: the ORBIT model for developing behavioral treatments for chronic diseases. *Health Psychol* 2015 ; 10 : 971-82.
- Edwards K, Jones N, Newton J, *et al.* The cost-effectiveness of exercise-based cardiac rehabilitation: a systematic review of the characteristics and methodological quality of published literature. *Health Econ Rev* 2017 ; 7 : 37.
- Falissard B. *Comprendre et utiliser les statistiques dans les sciences de la vie*. Paris : Masson, 2005 : 384 p.
- Falissard B. Les « médecines complémentaires » à l'épreuve de la science. *Recherche et Santé* 2016 ; 146 : 6-7.

Flynn KE, Piña IL, Whellan DJ, *et al.* Effects of exercise training on health status in patients with chronic heart failure: HF-ACTION randomized controlled trial. *JAMA* 2009 ; 301 : 1451-9.

Food and Drug Administration. *Adaptive designs for medical device clinical studies*. Rockville : FDA, 2016 : 46 p.

Freedland KE. Demanding attention: reconsidering the role of attention control groups in behavioral intervention research. *Psychosom Med* 2013 ; 75 : 100-2.

Glasziou P, Meats E, Heneghan C, *et al.* What is missing from descriptions of treatment in trials and reviews? *BMJ* 2008 ; 336 : 1472-4.

Glasziou P, Chalmers I, Altman DG, *et al.* Taking healthcare interventions from trial to practice. *BMJ* 2010 ; 341 : c3852.

Glasziou PP, Chalmers I, Green S, *et al.* Intervention synthesis: a missing link between a systematic review and practical treatment(s). *PLoS Med* 2014 ; 11 : e1001690.

Gueguen J, Piot MA, Orri M, *et al.* Group Qigong for adolescent Inpatients with anorexia nervosa: incentives and barriers. *PLoS One* 2017 ; 12 : e0170885.

Güell MR, Cejudo P, Ortega F, *et al.* Benefits of long-term pulmonary rehabilitation maintenance program in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. Three-year follow-up. *Am J Respir Crit Care Med* 2017 ; 195 : 622-9.

Haug T, Nordgreen T, Ost LG, *et al.* Self-help treatment of anxiety disorders: a meta-analysis and meta-regression of effects and potential moderators. *Clin Psychol Rev* 2012 ; 32 : 425-45.

Haute Autorité de santé. *Développement de la prescription de thérapeutiques non médicamenteuses validées*. Paris : HAS Éditions, 2011 : 94 p.

Hawe P, Potvin L. What is population health intervention research? *Can J Public Health* 2009 ; 100 : I8-14.

Hoffmann TC, Eructi C, Glasziou PP. Poor description of non-pharmacological interventions: analysis of consecutive sample of randomised trials. *BMJ* 2013 ; 347 : f3755.

Hoffmann TC, Glasziou PP, Boutron I, *et al.* Better reporting of interventions: template for intervention description and replication (TIDieR) checklist and guide. *Br Med J* 2014 ; 348 : g1687.

Hoffmann TC, Maher CG, Briffa T, *et al.* Prescribing exercise interventions for patients with chronic conditions. *CMAJ* 2016 ; 188 : 510-8.

Horvath AO, Del Re AC, Flückiger C, *et al.* Alliance in individual psychotherapy. *Psychotherapy* 2011 ; 48 : 9-16.

Ioannidis JP. How to make more published research true. *PLoS Med* 2014 ; 11 : e1001747.

Ioannidis JP, Fanelli D, Dunne DD, *et al.* Meta-research: evaluation and improvement of research methods and practices. *PLoS Biol* 2015 ; 13 : e1002264.

Lee MS, Pittler MH, Guo R, *et al.* Qigong for hypertension: a systematic review of randomized clinical trials. *J Hypertens* 2007 ; 25 : 1525-32.

- Loudon K, Treweek S, Sullivan F, *et al.* The PRECIS-2 tool: designing trials that are fit for purpose. *Br Med J* 2015 ; 350 : h2147.
- Macleod MR, Michie S, Roberts I, *et al.* Biomedical research: increasing value, reducing waste. *Lancet* 2014 ; 383 : 101-4.
- Michie S, van Stralen MM, West R. The behaviour change wheel: a new method for characterising and designing behaviour change interventions. *Implement Sci* 2011 ; 6 : 42.
- Michie S, Richardson M, Johnston M, *et al.* The behavior change technique taxonomy (v1) of 93 hierarchically clustered techniques: building an international consensus for the reporting of behavior change interventions. *Ann Behav Med* 2013 ; 46 : 81-95.
- Moore GF, Audrey S, Barker M, *et al.* Process evaluation of complex interventions: medical research council guidance. *Br Med J* 2015 ; 350 : 1-7.
- Myers J, Prakash M, Froelicher V, *et al.* Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. *N Engl J Med* 2002 ; 346 : 793-801.
- Ninot G. Enjeux cliniques et scientifiques des questionnaires courts de qualité de vie spécifiques à une maladie respiratoire. *Rev Mal Respir* 2012 ; 29 : 367-70.
- Ninot G. *Démontrer l'efficacité des interventions non médicamenteuses : question de points de vue.* Montpellier : Presses Universitaires de la Méditerranée, 2013 : 242 p.
- Ninot G, Moullec G, Picot MC, *et al.* Cost-saving effect of supervised exercise associated to COPD self-management education program. *Respir Med* 2011 ; 105 : 377-85.
- Ninot G, Carbonnel F. Pour un modèle consensuel de validation clinique et de surveillance des interventions non médicamenteuses (INM). *Hegel* 2016 ; 6 : 273-9.
- O'Connor CM, Whellan DJ, Lee KL, *et al.* Investigators. Efficacy and safety of exercise training in patients with chronic heart failure: HF-ACTION randomized controlled trial. *JAMA* 2009 ; 301 : 1439-50.
- Ollendick TH. Advances toward evidence-based practice: where to from here? *Behav Ther* 2014 ; 45 : 51-5.
- OMS. *Recommandations sur l'activité physique.* Genève : OMS, 2017.
- Pinnock H, Barwick M, Carpenter CR, *et al.* Standards for reporting implementation studies (StaRI) statement. *BMJ* 2017 ; 356 : i6795.
- Reed SD, Whellan DJ, Li Y, *et al.* Investigators. Economic evaluation of the HF-ACTION (heart failure : a controlled trial investigating outcomes of exercise training) randomized controlled trial: an exercise training study of patients with chronic heart failure. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes* 2010 ; 3 : 374-81.
- Reed SD, Li Y, Dunlap ME, *et al.* In-hospital resource use and medical costs in the last year of life by mode of death (from the HF-ACTION randomized controlled trial). *Am J Cardiol* 2012 ; 110 : 1150-5.

Revicki D, Hays RD, Cella D, *et al.* Recommended methods for determining responsiveness and minimally important differences for patient-reported outcomes. *J Clin Epidemiol* 2008 ; 61 : 102-9.

Ridde V, Haddad S. Pragmatisme et réalisme pour l'évaluation des interventions de santé publique. *Rev Epidemiol Santé Publ* 2013 ; 61 : 95-106.

Rothwell PM. External validity of randomised controlled trials: to whom do the results of this trial apply? *Lancet* 2005 ; 365 : 82-93.

Sackett DL, Straus SE, Richardson WS, *et al.* *Evidence-based medicine: how to practice and teach EBM*, 2nd ed. London : Churchill Livingstone, 2000 : 280 p.

Sackett DL, Rosenberg WM, Gray JA, *et al.* Evidence based medicine: what it is and what it isn't. *Clin Orthop Related Res* 2007 ; 455 : 3-5.

Schmitz KH, DiSipio T, Gordon LG, *et al.* Adverse breast cancer treatment effects: the economic case for making rehabilitative programs standard of care. *Support Care Cancer* 2015 ; 23 : 1807-17.

Schwartz D, Lellouch J. Explanatory and pragmatic attitudes in therapeutical trials. *J Clin Epidemiol* 2009 ; 62 : 499-505.

Thorpe KE, Zwarenstein M, Oxman AD, *et al.* A pragmatic-explanatory continuum indicator summary (PRECIS): a tool to help trial designers. *J Clin Epidemiol* 2009 ; 62 : 464-75.

Vina J, Sanchis-Gomar F, Martinez-Bello V, *et al.* Exercise acts as a drug: the pharmacological benefits of exercise. *Br J Pharmacol* 2012 ; 167 : 1-12.

6

Mécanismes moléculaires du déconditionnement musculaire et des adaptations musculaires à l'exercice dans les pathologies chroniques

L'homéostasie musculaire, qui définit la capacité du tissu musculaire à conserver son équilibre de fonctionnement, est indispensable à la vie de relation et à l'autonomie fonctionnelle. Cependant, l'homéostasie musculaire peut être compromise dans de nombreuses situations physiologiques ou pathologiques. Modéré, le déconditionnement musculaire causé par l'âge, l'alitement prolongé ou un mode de vie sédentaire, augmentera l'incidence et la gravité de nombreuses pathologies. Plus sévère, le déconditionnement musculaire sera une des principales causes de décès chez de nombreux patients atteints de pathologies chroniques et génétiques. Le déconditionnement musculaire est à l'origine d'une réduction progressive des capacités fonctionnelles de l'organisme, d'une sédentarisation croissante et d'une perte d'autonomie imposant une prise en charge institutionnelle des personnes affectées. La pratique régulière d'une activité physique constitue une stratégie efficace pour reconditionner le tissu musculaire, lui permettre de retrouver son équilibre de fonctionnement ou limiter les effets du déconditionnement associés à l'évolution de pathologies chroniques.

Ce chapitre a pour objet de présenter les éléments de la littérature permettant de :

- caractériser le déconditionnement musculaire au niveau moléculaire et cellulaire dans les pathologies chroniques ;
- déterminer par quels mécanismes l'activité physique permet d'agir sur le déconditionnement musculaire pour en limiter les effets ;
- caractériser les adaptations physiologiques et moléculaires à l'activité physique dans le muscle squelettique et le tissu adipeux, ainsi que leur impact sur les symptômes des pathologies chroniques.

Cachexie *versus* sarcopénie

Le déconditionnement musculaire se caractérise par une perte de masse et de force musculaire. On doit cependant caractériser le déconditionnement musculaire en fonction de sa vitesse d'évolution, de l'existence ou non d'une pathologie associée, ou encore de l'âge des personnes affectées. En fonction de ces caractéristiques, on peut identifier deux processus bien distincts : la cachexie et la sarcopénie.

Cachexie

Le terme cachexie signifie littéralement mauvaise condition (du grec *kakos* pour mauvaise et *hexis* pour condition). Si on se réfère à la définition donnée en 2006 par un panel d'experts scientifiques et cliniciens (Evans et coll., 2008), la cachexie est définie comme « un syndrome métabolique complexe associé à une pathologie sous-jacente, et caractérisé par une perte de masse musculaire sévère associée ou non à une perte de tissu adipeux. La caractéristique majeure de la cachexie est la perte de poids chez l'adulte ». Le critère diagnostique principal pour la cachexie est une perte de poids corporel supérieure à 5 % sur les 12 derniers mois ou moins (Evans et coll., 2008). Le délai dépendra de la pathologie, plus court pour le cancer (6 mois) et plus long pour l'insuffisance cardiaque, rénale ou respiratoire (12 mois). Un indice de masse corporelle $< 20 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ est également considéré suffisant pour établir le diagnostic de la cachexie (Evans et coll., 2008 ; Rolland et coll., 2011). Associée à ce critère principal, la présence d'au moins 3 des critères suivants doit également être retrouvée :

- une perte de force musculaire (tertile le plus bas) (Rantanen et coll., 2000) ;
- une fatigue (incapacité à réaliser un exercice habituellement réalisé et entraînant une baisse de performance) (Evans et coll., 2008) ;
- une anorexie ($< 70 \%$ des apports caloriques) (Evans et coll., 2008) ;
- un indice de masse maigre faible (indice de masse musculaire appendiculaire inférieure à $5,45 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ pour les femmes et $7,25 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ pour les hommes ; Schutz et coll., 2002) ;
- une biochimie sanguine anormale : inflammation ($\text{CRP} > 5,0 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$), anémie ($< 12 \text{ g}\cdot\text{dl}^{-1}$), albumine sérique basse ($< 3,2 \text{ g}\cdot\text{dl}^{-1}$) (Evans et coll., 2008).

Sarcopénie

Le terme de sarcopénie (du grec *sarx* pour chair et *penia* pour manque) a été proposé pour la première fois en 1989 par Rosenberg qui établissait « qu'il n'y avait probablement pas de perte structurale et de fonction aussi importante que celle de la masse musculaire au cours des décennies de la vie » (Rosenberg, 1989). La sarcopénie est donc caractérisée par une perte progressive et généralisée de la masse et de la force musculaire squelettique avec un risque d'effets indésirables comme le handicap physique, la mauvaise qualité de la vie et de façon ultime, la mort (Delmonico et coll., 2007). La perte de masse musculaire se produit approximativement à partir de l'âge de 30-40 ans. Cette perte qui est estimée à 1 % par an jusqu'à l'âge de 70 ans, s'accélère par la suite pour atteindre 25-40 % par décennie (Goodpaster et coll., 2006 ; Grimby et Saltin, 1983 ; Hughes et coll., 2001). La caractéristique majeure de la sarcopénie est d'être un syndrome gériatrique : prévalence élevée chez les sujets âgés, origine multifactorielle, et coexistence fréquente avec d'autres syndromes gériatriques comme les chutes, la fragilité ou l'anorexie (Cruz-Jentoft et coll., 2010). La prévalence de la sarcopénie est d'environ 25 % chez la population des plus de 65 ans et même supérieure à 40 % chez la population des plus de 80 ans (Iannuzzi-Sucich et coll., 2002). L'*European Working Group in Older People* recommande l'utilisation de la présence simultanée d'une perte de masse musculaire et d'une perte de fonction musculaire (force, performance) pour diagnostiquer la sarcopénie (Cruz-Jentoft et coll., 2010). En effet, la force musculaire ne dépend pas uniquement de la masse musculaire, et la relation entre masse et force musculaire n'est pas linéaire, la perte de force musculaire étant plus rapide que la perte de masse musculaire avec l'avancée en âge (Goodpaster et coll., 2006 ; Janssen et coll., 2004). Le diagnostic de la sarcopénie repose sur la présence combinée des 2 critères suivants (Kim et Choi, 2013 ; Muscaritoli et coll., 2010 ; Muscaritoli et coll., 2013) :

- un indice de masse musculaire squelettique faible, c'est-à-dire un pourcentage de masse musculaire supérieur ou égal à deux déviations standard sous la moyenne mesurée chez de jeunes adultes de même sexe et de même origine ethnique (Janssen et coll., 2002) ;
- une vitesse de marche inférieure à $0.8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ sur un test de marche de quatre mètres (Rolland et coll., 2011).

Différences entre cachexie et sarcopénie

De ces données, il ressort que bien que définissant tous les deux une perte de masse et de force musculaire, les termes de cachexie et sarcopénie se distinguent par un certain nombre de caractéristiques (tableau 6.I).

Tableau 6.1 : Caractéristiques cliniques de la cachexie et de la sarcopénie

	Cachexie	Sarcopénie
Nature du syndrome	Métabolique	Gériatrique
Perte de poids	Oui	Oui
Perte de masse musculaire	Oui (rapide), mais qui peut être masquée par un état d'obésité (Friedrichsen et coll., 2013 ; Prado et coll., 2008)	Oui (lente), mais très souvent masquée par un état d'obésité (Janssen et coll., 2002)
Diminution de la force musculaire	Oui	Oui
Perte de masse grasse	Oui	Non
Existence d'une pathologie sous-jacente	Oui	Non (pas nécessairement)
Associée au vieillissement	Non (pas nécessairement)	Oui
Anorexie	Oui	Non (pas nécessairement)

Déconditionnement musculaire dans les pathologies chroniques

Avant d'aborder plus spécifiquement les mécanismes moléculaires liés à l'évolution des pathologies chroniques, il est important dans un premier temps de définir si ces pathologies chroniques sont associées à des modifications de la fonction musculaire, et si c'est le cas, quelle est l'ampleur de ces modifications.

Bronchopneumopathie chronique obstructive

En 2002, Marquis et coll. décrivaient que la surface musculaire de section transversale de la cuisse mesurée par CT-scan était un facteur prédictif de la mortalité chez des patients atteints de bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO) (Marquis et coll., 2002). Pour un même volume expiratoire maximal par seconde (VEMS < 50 % des valeurs prédites), ces auteurs montraient que les patients ayant une surface de section transversale de la cuisse supérieure à 70 cm² avaient une mortalité considérablement inférieure à celle de patients pour lesquels la surface de section transversale de la cuisse était inférieure à 70 cm². Dans une étude plus récente, Jones et coll. montraient que la prévalence du déconditionnement musculaire chez les patients BPCO était de 14,5 %, la prévalence augmentant avec l'âge et le stade de la pathologie, mais ne différait pas en fonction du sexe ou en fonction de la présence d'une diminution de force musculaire (Jones et coll., 2015). Cette atteinte musculaire affecte principalement les muscles locomoteurs antigravitaires, notamment le quadriceps (Antoun et coll., 2010), avec une atrophie préférentielle

des fibres musculaires de type IIa/IIx et IIx (Gosker et coll., 2002). Comparativement à des sujets de même âge et de même sexe, la force isométrique du quadriceps est également réduite d'environ 20 % à 30 % chez des patients BPCO, une réduction expliquée par une baisse de la surface de section transversale du quadriceps (Bernard et coll., 1998 ; Donaldson et coll., 2012). Enfin, le risque de mortalité augmente avec la réduction de la force maximale volontaire de contraction du quadriceps (Swallow et coll., 2007).

Cancers

La diminution de la force et de la masse musculaire squelettique constitue une affection courante chez les patients atteints de cancer, indépendamment du stade de la maladie et de l'état nutritionnel. Il est généralement admis que le syndrome cachectique, conséquence du processus tumoral et des traitements, affecte de 40 % à 80 % des patients cancéreux (Argiles et coll., 2014 ; Tisdale, 2009 et 2010). Cela concerne notamment les patients atteints de cancers pancréatique, gastrique, de la sphère ORL ou bronchopulmonaire (Porporato, 2016). Les patients cancéreux en surpoids ou obèses peuvent aussi être touchés par la perte de masse musculaire. Toutefois, la cachexie chez ces patients est souvent masquée par leur indice de masse corporelle élevé. Une publication récente a étudié la prévalence et les conséquences cliniques de l'obésité cachectique à partir de données issues de 14 études. Il ressort de cette analyse que la prévalence de la cachexie est comprise entre 15 % et 36 % chez les patients cancéreux obèses (Carneiro et coll., 2016). Ce syndrome cachectique a des répercussions extrêmement importantes pour le patient. Un certain nombre d'études ont montré, de façon consistante, une augmentation de la cytotoxicité des traitements anti-tumoraux chez des patients cancéreux cachectiques (Antoun et coll., 2010 ; Prado et coll., 2009 ; Sjoblom et coll., 2015) ou un arrêt plus précoce du traitement (Antoun et coll., 2010). Les patients cancéreux obèses présentent un risque plus important de toxicité induite par le traitement (Antoun et coll., 2013). La cachexie associée au cancer est également associée à une augmentation du risque chirurgical (Liefers et coll., 2012). Enfin, il est maintenant bien établi que le risque de mortalité augmente chez les patients cachectiques (Friedrichsen et coll., 2013 ; Imai et coll., 2015 ; Iritani et coll., 2015 ; Martin et coll., 2013). Par exemple, dans une étude récente, il a été montré que des patients cancéreux cumulant 3 indicateurs de cachexie (perte de poids, atrophie musculaire et index d'atténuation musculaire⁸⁵ bas) survivaient 8,4 mois

85. Mesure de la densité musculaire, une faible valeur reflète une augmentation de la présence de lipides au sein du muscle.

alors que les patients ne présentant aucun de ces indicateurs survivaient 29,9 mois, et ceci indépendamment de la valeur de l'indice de masse corporelle (Martin et coll., 2013). De façon similaire, la perte de masse musculaire lors d'un traitement chimiothérapique chez des patients atteints d'un cancer colorectal métastatique était prédictive d'une faible survie (Blauwhoff-Buskermolen et coll., 2016). Enfin, on notera que la mortalité est globalement supérieure chez les patients obèses cachectiques comparativement aux patients de corpulence normale ou en insuffisance pondérale (Antoun et coll., 2013). Globalement, on considère que la cachexie associée au cancer serait responsable du décès d'environ 20 % des patients (Argiles et coll., 2014 ; Tisdale, 2010). L'atrophie musculaire est également associée à une réduction de force musculaire (Chen et coll., 2011 ; Kilgour et coll., 2013). Dans la dernière étude, les patients pour lesquels la force musculaire, appréciée à l'aide d'un dynamomètre de main, était inférieure au 10^e percentile avaient une durée de vie plus courte, une prévalence de l'atrophie musculaire plus importante et un niveau de fatigue supérieur (Kilgour et coll., 2013). On notera toutefois qu'une méta-analyse récente ne permettait pas de montrer qu'une force musculaire basse était un facteur prédictif de la mortalité associée au cancer (Volaklis et coll., 2015).

Accident vasculaire cérébral

L'accident vasculaire cérébral (AVC) s'accompagne d'une perte de masse musculaire de l'ordre de 4 % dans le membre inférieur et de 8 % dans le membre supérieur au minimum 6 mois après l'AVC, quel que soit le type ou la sévérité de l'AVC (English et coll., 2010). Il n'existe à notre connaissance aucune étude clinique pour des temps post-AVC plus précoces, qui permettrait d'évaluer si l'ampleur de cette atrophie pourrait être encore supérieure dans les jours ou les premières semaines qui suivent l'AVC. En raison de la décussation pyramidale, l'atteinte est plus prononcée pour les muscles de l'hémicorps opposé à la lésion cérébrale (Dowlati et coll., 2010 ; English et coll., 2010 ; Ryan et coll., 2011 ; Ryan et coll., 2000 ; Ryan et coll., 2002), c'est-à-dire du côté parétique. D'un point de vue histologique, l'atrophie musculaire se traduit par une baisse de la surface de section transversale des fibres entre le membre parétique et le membre non parétique, mais également entre le membre parétique et celui d'un sujet sain apparié en âge (Hachisuka et coll., 1997 ; Landin et coll., 1977). L'atrophie musculaire affecterait préférentiellement les fibres de type IIb (Hachisuka et coll., 1997 ; Toffola et coll., 2001) même si ce résultat n'est pas systématiquement retrouvé (Jakobsson et coll., 1991). On notera cependant que les patients ayant subi un AVC avec des déficiences motrices relativement peu importantes et qui

poursuivent une activité physique quotidienne conséquente ne présentent aucune modification de la surface de section transversale des fibres musculaires (Sunnerhagen et coll., 1999). Des déficits marqués de force musculaire allant jusqu'à 60 % comparativement à des sujets sains (Teixeira-Salmela et coll., 1999) ont été rapportés, mais ceux-ci doivent être pour l'essentiel attribués à l'altération de la commande motrice consécutive à l'AVC. Ceci explique aussi pourquoi l'ampleur de la perte de force musculaire excède largement l'atrophie musculaire chez les patients ayant eu un AVC.

Insuffisance cardiaque

L'insuffisance cardiaque est à l'origine d'un déconditionnement musculaire particulièrement marqué. Dès 1992, Mancini et coll. rapportaient une réduction du volume musculaire du mollet chez des patients insuffisants cardiaques (Mancini et coll., 1992). Plus tard, Harrington et coll. montraient également une réduction de la surface de section transversale de la cuisse supérieure à 10 % chez des patients insuffisants cardiaques comparativement à des sujets contrôles appariés en âge (Harrington et coll., 1997). D'un point de vue histologique, l'atrophie musculaire chez le patient insuffisant cardiaque est associée à une réduction de la taille des fibres musculaires et à une augmentation du pourcentage de fibres de type II, notamment de type IIb (Mancini et coll., 1989). Il a également été rapporté une réduction de la force de contraction maximale isométrique du quadriceps de plus de 20 % comparativement à celle de sujets témoins sains (Anker et coll., 1997b). De façon intéressante, la force musculaire spécifique (ramenée à la surface de section du muscle) était elle aussi abaissée (Anker et coll., 1997b) suggérant que la perte de force musculaire n'était pas uniquement due à une perte de masse musculaire mais pouvait également impliquer une altération des propriétés contractiles du tissu musculaire. Des études plus récentes ont établi, chez des patients insuffisants cardiaques, une prévalence du déconditionnement musculaire de 10-20 % (Christensen et coll., 2013 ; Fulster et coll., 2013), et que ce déconditionnement musculaire était associé à une réduction de la force du quadriceps et du pic de consommation d'oxygène (Fulster et coll., 2013). La présence du syndrome cachectique a des conséquences particulièrement importantes pour les patients : il a ainsi été montré que la cachexie était directement associée à une augmentation de la mortalité des patients insuffisants cardiaques (Anker et coll., 1997a ; Narumi et coll., 2015), et ce d'autant plus que le niveau de consommation d'oxygène des patients était faible (Anker et coll., 1997a).

Diabète de type 2

Les patients diabétiques de type 2 font l'expérience d'une perte de masse et de fonction musculaires malgré un indice de masse corporelle généralement élevé (Batsis et coll., 2014 ; Kim et coll., 2010). Le concept d'obésité sarcopénique a ainsi été proposé pour définir un syndrome présent chez des sujets âgés, chez qui l'état d'obésité est accompagné d'une sarcopénie et d'une résistance à l'insuline (Baumgartner, 2000). Dans une étude états-unienne, il a été estimé que la prévalence de l'obésité sarcopénique chez des personnes d'environ 70 ans était de 18 % dans la population féminine et supérieure à 40 % dans la population masculine. Le déconditionnement musculaire du patient diabétique de type 2 a été généralement attribué au vieillissement, à l'immobilité ou à l'existence de pathologies chroniques associées (Muscaritoli et coll., 2010 ; Sayer et coll., 2005). Ce déconditionnement n'était donc pas, jusqu'à très récemment, considéré comme une complication spécifique du diabète. Toutefois, des données récentes semblent remettre en cause cette affirmation. Guerrero et coll. montrent ainsi une détérioration de la masse et de la force musculaires directement associée à la condition diabétique, indépendamment de la durée de la maladie, du contrôle métabolique des patients ou de l'existence de complications microvasculaires (Guerrero et coll., 2016). Le processus sarcopénique semble également plus rapide chez le patient diabétique. Park et coll. ont ainsi montré dans le cadre d'un suivi longitudinal de 3 ans que la perte de masse et de force musculaires des membres inférieurs était plus importante chez des patients diabétiques de type 2 comparativement à des sujets non diabétiques appariés en âge (Park et coll., 2007). De façon importante, cette accélération du processus sarcopénique chez le patient diabétique de type 2 était toujours retrouvée après correction pour un certain nombre de covariables, notamment la présence de pathologies chroniques associées (Park et coll., 2007). L'accélération de la perte de masse et force musculaires chez les patients diabétiques âgés a également été rapportée par d'autres auteurs (Leenders et coll., 2013).

Dépression

La relation entre déconditionnement musculaire et dépression est à ce jour très peu étudiée. Une étude transversale coréenne impliquant des hommes et des femmes de 60 ans et plus a mis en évidence que les patients sous antidépresseurs ou ayant subi des épisodes dépressifs avaient une masse musculaire plus faible que les individus ne prenant pas d'antidépresseurs ou n'ayant pas eu d'épisodes dépressifs (-4,2 % pour les hommes et -3,7 % pour les femmes) (Kim et coll., 2011). Dans une autre étude impliquant des

patients âgés hospitalisés, les patients sarcopéniques présentaient un taux plus élevé de symptômes dépressifs que des patients non sarcopéniques (Gari-balla et Alessa, 2013). Il est probable dans cette dernière étude que la sarcopénie, responsable d'une réduction de la mobilité et d'une augmentation de la fragilité des sujets, alimente le syndrome dépressif par cette spirale de déconditionnement.

Schizophrénie

Même si la littérature dans ce domaine n'est pas très abondante, il semble y avoir un consensus pour indiquer que la schizophrénie est associée à une réduction de masse musculaire (Nilsson et coll., 2006 ; Saarni et coll., 2009 ; Sugawara et coll., 2012). Par exemple, une étude réalisée au Japon mettait en évidence une augmentation du pourcentage de masse grasse et une réduction de la masse et de la force musculaires chez des patients schizophrènes après ajustement pour l'âge, le sexe et l'indice de masse corporelle (Sugawara et coll., 2012). De façon intéressante, le traitement pharmacologique de la schizophrénie augmente le pourcentage de masse maigre, cette augmentation étant également associée à une augmentation de la masse grasse et de façon générale à une augmentation de l'indice de masse corporelle (Kivircik et coll., 2003). D'un point de vue histologique, il a été rapporté la présence de fibres musculaires atrophiées dans le muscle de patients schizophrènes (Borg et coll., 1987 ; Flyckt et coll., 2000).

Polyarthrite rhumatoïde

Certains patients atteints de polyarthrite rhumatoïde présentent une réduction de la surface musculaire du mollet associée à une réduction de force musculaire des membres inférieurs (Baker et coll., 2015). Toutefois, le déficit de force n'était plus observé lorsque la force musculaire était ajustée à la surface musculaire (Baker et coll., 2015), indiquant ici que le déficit fonctionnel était essentiellement dû à la perte de masse musculaire. Ce déconditionnement musculaire était le plus prononcé pour les patients ayant le pourcentage de masse grasse le plus faible (Baker et coll., 2015). Il a aussi été montré que le déficit en masse maigre était plus important chez les hommes que chez les femmes atteints de polyarthrite rhumatoïde (Baker et coll., 2015). Dans une autre étude, Kramer et coll. ont montré que la densité musculaire chez des patients atteints de polyarthrite rhumatoïde était associée à l'état d'incapacité, et de façon moins surprenante, au niveau de performance physique des patients (Kramer et coll., 2012). De façon intéressante, une étude expérimentale chez le singe indiquait que le

déconditionnement musculaire exacerbe l'inflammation de l'articulation dans un modèle de polyarthrite rhumatoïde induite (Horai et coll., 2013), suggérant l'existence d'une interaction moléculaire réciproque entre le tissu musculaire et l'articulation.

En résumé, il ressort de cette analyse que le déconditionnement musculaire est une manifestation clinique commune à de nombreuses pathologies chroniques. L'ampleur et les conséquences de ce déconditionnement dépendront de l'existence ou non d'un terrain pathologique sous-jacent et de l'âge des personnes affectées par le déconditionnement. Le déconditionnement musculaire contribuera inéluctablement, à la réduction de la qualité de vie des personnes affectées (réduction de la mobilité, augmentation de la fragilité). Dans les stades plus avancés de certaines pathologies, le déconditionnement musculaire peut mettre en jeu le pronostic vital des personnes affectées.

Mécanismes moléculaires du déconditionnement musculaire dans les pathologies chroniques

Les études fondamentales conduites ces 15 dernières années sur des modèles animaux de déconditionnement musculaire ont permis d'identifier de nombreux acteurs moléculaires de ce déconditionnement (figure 6.1). Même si le rôle de nombreux facteurs reste encore à préciser dans un contexte clinique, nous pouvons aujourd'hui, sur la base de ces données, présenter un schéma global cohérent des acteurs moléculaires du déconditionnement musculaire pour de nombreuses pathologies chroniques.

Bronchopneumopathie chronique obstructive

Le système ubiquitine-protéasome de dégradation des protéines est activé dans les muscles de patients BCPO comparativement à des sujets témoins, comme en témoignent l'augmentation de l'expression des E3-ubiquitines ligases MuRF-1 (*muscle ring finger protein-1*) et MAFbx (*muscle atrophy-F box/atrogin1*), et l'augmentation du niveau d'ubiquitination des protéines (Fermoselle et coll., 2012 ; Lemire et coll., 2012 ; Puig-Vilanova et coll., 2015). Dans l'étude de Doucet et coll., l'expression de MuRF-1 et de MAFbx était plus élevée chez les patients BPCO ayant une faible masse musculaire comparativement aux patients présentant une masse musculaire normale (Doucet et coll., 2007). Paradoxalement, il a été rapporté à plusieurs reprises une activation de la voie de signalisation Akt-mTOR (*mammalian target of rapamycin*) (Doucet et coll., 2007 ; Vogiatis et coll., 2010), voie qui contrôle positivement l'initiation de la traduction des protéines, suggérant ici une

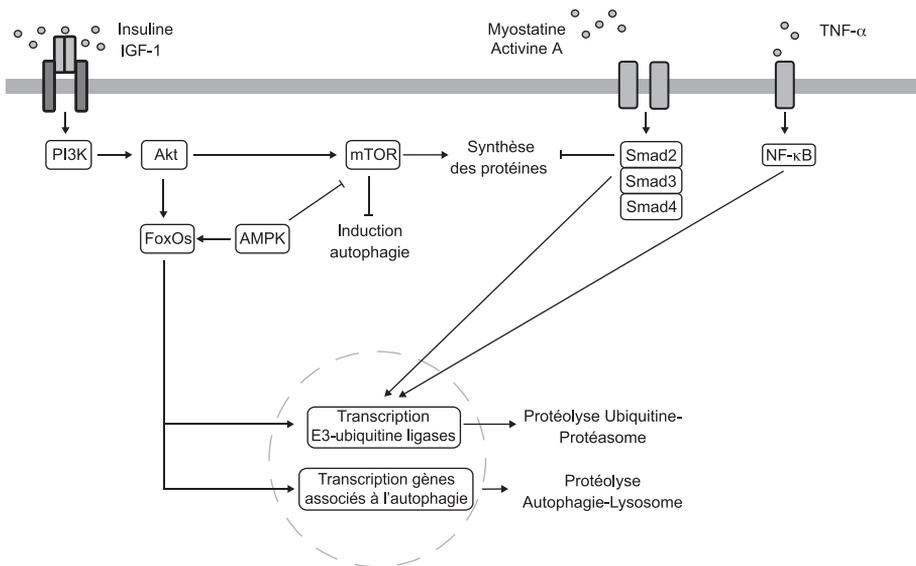


Figure 6.1 : Mécanismes moléculaires du déconditionnement musculaire mettant en jeu la régulation de l'équilibre entre synthèse et dégradation des protéines.

La voie IGF-1-Akt exerce une régulation coordonnée et inverse de l'équilibre entre la synthèse et la dégradation des protéines : l'activation de cette voie de signalisation exerce une action anabolique par la régulation de l'axe Akt-mTOR et une action anti-catabolique par la régulation de l'axe Akt-FoxO. À l'inverse, une inhibition de la voie IGF-1-Akt sera à l'origine d'une réduction de la synthèse des protéines et d'une activation de la protéolyse. Deux systèmes protéolytiques majeurs, le système ubiquitine-protéasome et le système autophagie-lysosome, pourront être activés conjointement ou pas, en fonction des situations de déconditionnement. D'autres voies de signalisation exercent une action catabolique dans le tissu musculaire, c'est notamment le cas de la signalisation myostatine-Smad. Ce schéma n'est pas exhaustif, d'autres mécanismes, comme par exemple l'action des glucocorticoïdes ou de certaines interleukines, ne sont pas représentés.

activation de la synthèse des protéines chez les patients BPCO. Ces données ont été interprétées comme étant une tentative vaine de l'organisme pour restaurer la masse musculaire ou pour au moins limiter la perte de masse musculaire liée à l'évolution de la pathologie (Remels et coll., 2013). Les mécanismes en amont à l'origine de ces régulations ne sont pas encore clairement identifiés, mais le stress oxydant, l'inflammation et la myostatine (un régulateur négatif de la masse musculaire) sont des candidats particulièrement intéressants. Il a été montré que des marqueurs de stress oxydant sont négativement corrélés avec la masse maigre et la force musculaire chez le patient BPCO (Barreiro et coll., 2008). De plus, la production d'espèces réactives de l'oxygène est supérieure chez des patients BPCO cachectiques comparativement à des patients non cachectiques ou des sujets témoins

(Fermoselle et coll., 2012), ce qui pourrait contribuer au processus atrophique *via* la régulation de l'équilibre entre synthèse et dégradation des protéines. La BPCO est souvent associée à un état inflammatoire à bas bruit, notamment à une augmentation du taux circulant de TNF- α (*Tumor necrosis factor- α*) (Nussbaumer-Ochsner et Rabe, 2011) qui pourrait contribuer à activer la protéolyse musculaire. Même si l'expression musculaire du TNF- α dans le muscle squelettique de patients BPCO est controversée (Remels et coll., 2013), l'activation du facteur de transcription NF- κ B (*nuclear factor-kappa B*) dans le muscle des patients BPCO (Fermoselle et coll., 2012) suggère fortement l'implication d'un axe TNF- α -NF- κ B dans le syndrome cachectique chez le patient BPCO. L'expression de la myostatine est également supérieure dans le muscle de patients BPCO comparativement à celui de sujets témoins (Hayot et coll., 2011 ; Plant et coll., 2010). De plus, l'expression de la myostatine est inversement corrélée à la force du muscle quadriceps et l'endurance de patients BPCO (Allen et coll., 2010).

Cancers

Différentes modifications métaboliques contribuent à la perte de la masse musculaire associée à la cachexie cancéreuse, notamment une rupture de l'équilibre entre la synthèse et la dégradation des protéines, associée à des altérations du métabolisme des acides aminés (transport et oxydation) (Argilès et coll., 2014). Les mécanismes moléculaires mis en jeu dans le déconditionnement musculaire associés au cancer ont particulièrement bien été décrits dans différents modèles murins. En support à ces études fondamentales, des études cliniques ont permis pour l'essentiel de valider les données obtenues chez l'animal. De nombreuses études ont ainsi mis en évidence l'implication du système ubiquitine-protéasome dans la perte de masse musculaire associée au cancer chez l'animal (Acharyya et coll., 2004 ; Busquets et coll., 2004 ; Gallot et coll., 2014 ; Khal et coll., 2005 ; Lecker et coll., 2004 ; Llovera et coll., 1994), mais également dans le cadre d'études cliniques (Bossola et coll., 2003 ; DeJong et coll., 2005 ; Khal et coll., 2005). Le second système protéolytique majeur du tissu musculaire, le système autophagie-lysosome, est lui aussi activé dans des modèles murins de cachexie associée au cancer (Lecker et coll., 2004 ; Penna et coll., 2013 ; White et coll., 2011), mais également chez l'humain (Op den Kamp et coll., 2013). En accord avec ces données, il a été montré que la dégradation des protéines musculaires est également activée chez le patient cancéreux (Bonetto et coll., 2011 ; Williams et coll., 2012). Les facteurs de transcription NF- κ B et FoxO (*forkhead box*) seraient mis en jeu dans la régulation transcriptionnelle en amont de ces deux systèmes protéolytiques, aussi bien dans les modèles animaux (Cai

et coll., 2004 ; Eley et Tisdale, 2007 ; Gallot et coll., 2014 ; Lecker et coll., 2004 ; Liu et coll., 2007 ; Tisdale, 2010) que chez le patient cancéreux (Puig-Vilanova et coll., 2015 ; Rhoads et coll., 2010 ; Schmitt et coll., 2007). La voie de signalisation Akt-mTOR, voie qui contrôle positivement l'initiation de la traduction des protéines, est également inhibée chez l'animal (Gallot et coll., 2014 ; MacDonald et coll., 2015) et l'humain (Schmitt et coll., 2007), même si la mise en évidence d'une réduction de la synthèse des protéines chez l'humain est plus controversée. Ces données suggèrent que l'activation de la protéolyse serait un des mécanismes majeurs mis en jeu dans la perte de masse musculaire associée au cancer. Les concentrations circulantes ainsi que l'expression musculaire de nombreuses cytokines pro-inflammatoires sont augmentées comme les interleukines 1 β et 6 (IL1 β et IL-6) et le TNF- α . Ces observations expérimentales (Baltgalvis et coll., 2008 ; Tisdale, 2010) et cliniques (Batista et coll., 2013 ; Puig-Vilanova et coll., 2015) laissent suggérer un rôle important de ces cytokines dans la régulation en amont de l'équilibre entre synthèse et dégradation des protéines. De plus, la myostatine serait également impliquée dans cette régulation, comme en témoignent expérimentalement l'augmentation de sa production musculaire (Costelli et coll., 2008 ; Liu et coll., 2008 ; Tisdale, 2010) et le rôle majeur de son inhibition dans la prévention expérimentale de la cachexie associée au cancer (Gallot et coll., 2014 ; Liu et coll., 2008 ; Tisdale, 2010). L'importance fonctionnelle de la myostatine en clinique mérite toutefois d'être explorée plus avant. En effet, Loumaye et coll. ont récemment montré que la concentration circulante de myostatine était similaire chez des patients cancéreux cachectiques et non-cachectiques, contrairement à la concentration circulante d'activine, qui était supérieure chez les patients cachectiques (Loumaye et coll., 2015). Enfin, le stress oxydatif pourrait aussi contribuer à l'étiologie du déconditionnement associée au cancer. Une étude récente a ainsi montré que l'oxydation des protéines musculaires était supérieure chez des patients cancéreux comparativement à des sujets témoins, et que cette augmentation était positivement corrélée à l'activation de voies de signalisation (NF- κ B et FoxO) sensibles à l'état oxydatif, et connues pour être impliquées dans le contrôle de la synthèse et de la dégradation des protéines (Puig-Vilanova et coll., 2015).

Accident vasculaire cérébral

Il n'existe à ce jour que deux études expérimentales chez l'animal qui ont exploré les mécanismes moléculaires du déconditionnement musculaire après une ischémie cérébrale (modèle d'occlusion de l'artère cérébrale moyenne chez la souris). Ces études mettent en évidence une activation du système

ubiquitine-protéasome de dégradation des protéines jusqu'à 7 jours après l'ischémie, comme en témoignent l'augmentation du niveau en ARNm des E3-ubiquitine ligases (MuRF-1, MAFbx, et Mus1) ou encore l'augmentation des activités enzymatiques du protéasome (Desgeorges et coll., 2015 ; Springer et coll., 2014). La voie de signalisation Akt-mTOR, qui contrôle positivement l'initiation de la traduction des protéines, est également inhibée (Desgeorges et coll., 2015), suggérant l'existence d'une réduction de la synthèse des protéines dans ce modèle. L'ischémie cérébrale est également à l'origine d'une augmentation de l'expression de la myostatine (Desgeorges et coll., 2015 ; Springer et coll., 2014), un régulateur négatif de la masse musculaire. En accord avec ces données expérimentales obtenues chez l'animal, Ryan et coll. ont rapporté une augmentation de l'expression de la myostatine dans le muscle *vastus lateralis* chez les patients ayant eu un AVC (délai post-AVC > 6 mois) (Ryan et coll., 2011), mais qui n'était pas retrouvée lorsque l'analyse était réalisée plus de 9 mois après l'AVC (von Walden et coll., 2012). D'autres études ont également décrit, dans le même modèle de muscle *vastus lateralis* de patients ayant eu un AVC (délai post-AVC > 6 mois), une augmentation cette fois du niveau en ARNm de TNF- α (Hafer-Macko et coll., 2005), qui de la même façon n'était pas retrouvée lorsque l'analyse était réalisée plus de 9 mois après l'AVC (von Walden et coll., 2012). Ces données suggèrent un rôle important pour les cytokines d'origine musculaire (myokines) dans le déconditionnement musculaire du patient ayant eu un AVC, plusieurs mois après la survenue de l'AVC. Associée à la réponse inflammatoire systémique (Lambertsen et coll., 2012), l'augmentation de la production de ces facteurs circulants (myokines et cytokines) pourrait contribuer largement au déconditionnement musculaire du patient ayant eu un AVC.

Insuffisance cardiaque

Gielen et coll. ont montré que le niveau d'expression musculaire de l'E3-ubiquitin ligase MuRF-1 (ARNm et protéine) était supérieur chez des patients insuffisants cardiaques par rapport à des sujets témoins (Gielen et coll., 2012), suggérant l'activation du système protéolytique ubiquitine-protéasome dans ce contexte. L'expression de la myostatine (ARNm et protéine) était supérieure chez les patients insuffisants cardiaques comparativement à des sujets témoins (Gielen et coll., 2012). De façon intéressante, il a été montré, dans un modèle murin d'insuffisance cardiaque, que la production de myostatine par le myocarde pouvait contribuer directement à la cachexie musculaire (Heineke et coll., 2010), suggérant un rôle important de la myostatine dans la cachexie associée à l'insuffisance cardiaque. À l'inverse, le niveau en

ARNm d'IGF-1 (*insulin-like growth factor-1*), un régulateur positif de la voie de signalisation Akt-mTOR, était inférieur chez des patients insuffisants cardiaques comparativement à des sujets témoins (Gielen et coll., 2012 ; Hambrecht et coll., 2002). Ces observations suggèrent que l'initiation de la traduction des protéines musculaires était réduite chez ces patients. L'expression musculaire d'IL-1 β , IL-6, TNF- α est supérieure chez des patients insuffisants respiratoires par rapport à celle observée chez des sujets témoins (Gielen et coll., 2003), suggérant encore une fois, dans ce contexte pathologique, l'intervention de ces myokines dans le contrôle de la cachexie. On soulignera également le rôle plus particulier joué ici par l'angiotensine II. En effet, les patients cachectiques à des stades avancés d'insuffisance cardiaque ont fréquemment un niveau élevé d'angiotensine II (Roig et coll., 2000). De plus, le traitement par des inhibiteurs de l'enzyme de conversion de l'angiotensine diminue le risque de perte de poids chez ces patients (Anker et coll., 2003). Chez l'animal, un traitement par l'angiotensine II augmente la dégradation musculaire des protéines (Brink et coll., 2001). Ceci met notamment en jeu une réduction de l'expression musculaire d'IGF-1 (Brink et coll., 2001 ; Song et coll., 2005) et la régulation de l'expression des E3-ubiquitines ligases MuRF-1 et MAFbx, *via* la régulation de l'axe Akt-FoxO (Yoshida et coll., 2010). L'activation du stress oxydant chez les patients insuffisants cardiaques (Radovanovic et coll., 2012) doit également être considérée comme un facteur potentiel du contrôle de l'équilibre entre synthèse et dégradation des protéines musculaires (Powers et coll., 2012). Enfin, on notera également qu'il a été rapporté l'existence d'une mort nucléaire⁸⁶ dans les fibres musculaires de patients insuffisants cardiaques (Adams et coll., 1999), mécanisme pouvant également contribuer à la cachexie chez ces patients.

Diabète de type 2

La caractéristique principale du diabète de type 2 est l'état de résistance des tissus périphériques, et notamment du tissu musculaire, à l'action de l'insuline. Chez l'humain au repos, l'extraction musculaire du glucose est principalement contrôlée par un axe Akt-TBC1D4 (*TBC1 domain family member 4* ou *Akt Substrate of 160 kDa*, AS160). Akt contrôle également l'initiation de la traduction des protéines (axe Akt-mTOR) (Bodine et coll., 2001) et la dégradation des protéines (axe Akt-FoxO) (Sandri et coll., 2004). Akt est donc au carrefour du contrôle du métabolisme du glucose et du métabolisme anabolique. Pereira et coll. ont montré que des patients diabétiques de

86. On parle ici de mort nucléaire car, compte tenu du caractère multinucléé de la fibre musculaire, ce n'est pas la fibre qui meurt par apoptose, mais le petit volume de la fibre contrôlé par le noyau (domaine myonucléaire).

type 2 de sexe masculin présentaient un état de résistance à l'action anabolique de l'insuline (Pereira et coll., 2008), suggérant que le métabolisme protéique, comme celui du glucose, serait insulino-résistant chez les patients diabétiques de type 2. Ce mécanisme pourrait contribuer à l'obésité sarcopénique chez ces patients. Concernant la protéolyse, si les modèles expérimentaux du diabète chez l'animal mettent clairement en évidence une activation du système ubiquitine-protéasome (Rom et Reznick, 2016), il n'existe à notre connaissance aucune étude qui a exploré ce mécanisme chez le patient diabétique de type 2. Les mécanismes sous-jacents à l'insulino-résistance sont en partie associés au développement d'une réponse inflammatoire, qui pourrait aussi contribuer à l'évolution du processus sarcopénique chez les patients diabétiques de type 2, notamment par la modulation de l'activité transcriptionnelle du facteur de transcription NF- κ B (Tantiwong et coll., 2010). Par ailleurs, il a été montré d'une part que l'expression musculaire de la myostatine (Hittel et coll., 2009 ; Palsgaard et coll., 2009) ainsi que sa concentration circulante étaient augmentées chez des patients diabétiques de type 2 (Hittel et coll., 2009), et d'autre part que le niveau de myostatine était corrélé avec la sévérité de l'insulino-résistance (Hittel et coll., 2009). Ces données suggèrent un rôle de la myostatine dans l'étiologie de l'insulino-résistance, et de façon plus classique, une contribution à l'obésité sarcopénique. Des marqueurs de stress oxydant (peroxydation lipidique) sont également augmentés dans le muscle squelettique de patients diabétiques de type 2 (Ingram et coll., 2012), pouvant ainsi contribuer au processus atrophique *via* la régulation de l'équilibre entre synthèse et dégradation des protéines. On notera également que le stress oxydant était associé à la sévérité de l'état d'insulino-résistance chez ces patients (Ingram et coll., 2012). D'une façon générale, l'ensemble de ces données souligne la nature commune de certains mécanismes moléculaires impliqués à la fois dans le contrôle de la sensibilité à l'insuline et dans l'homéostasie musculaire chez le patient diabétique.

Dépression

Il n'existe à notre connaissance aucune donnée traitant des mécanismes du déconditionnement musculaire dans la dépression. Toutefois, l'existence d'un état inflammatoire à bas bruit dans les syndromes dépressifs (augmentation de l'expression de TNF- α et d'IL-6), laisse suggérer que celui-ci pourrait éventuellement contribuer à réguler en amont et à long terme le déconditionnement musculaire chez ces patients (Dowlati et coll., 2010). Chez l'animal, il a été montré expérimentalement que l'application d'un stress psychologique était à l'origine d'une augmentation de l'expression des

E3-ubiquitines ligases MuRF-1 et MAFbx, d'une sous-unité du facteur de transcription NF- κ B et de la myostatine (Allen et coll., 2010). Bien que ce modèle expérimental n'induisse pas à proprement parler d'état dépressif chez l'animal, ces données soulignent l'importance du stress psychologique sur le contrôle de l'homéostasie musculaire.

Schizophrénie

Il n'existe à notre connaissance aucune donnée traitant des mécanismes du déconditionnement musculaire dans la schizophrénie. Toutefois, il a été rapporté un niveau circulant d'IL-6 plus élevé chez les patients schizophrènes (Potvin et coll., 2008), qui pourrait éventuellement contribuer à réguler en amont le déconditionnement musculaire chez ces patients.

Polyarthrite rhumatoïde

Le liquide synovial et le sérum de patients atteints de polyarthrite rhumatoïde contiennent des concentrations élevées en TNF- α et IL-1 β (Morley et coll., 2006). Même si l'action de ces cytokines pro-inflammatoires sur le tissu musculaire reste à déterminer, ces données laissent suggérer que dans cette situation pathologique également, l'état inflammatoire pourrait contribuer au déconditionnement musculaire des patients.

En résumé, il ressort de cette analyse que le déconditionnement musculaire dans les pathologies chroniques met en jeu un contrôle strict de la synthèse et de la dégradation des protéines (tableau 6.II). Même si certaines données méritent indiscutablement d'être consolidées, la régulation de l'état inflammatoire systémique et local, au niveau musculaire, apparaît comme étant un des facteurs clés de régulation en amont de ces mécanismes. Le stress oxydatif pourrait également jouer un rôle important.

Adaptations physiologiques et moléculaires de l'activité physique dans le muscle squelettique et le tissu adipeux

Comme évoqué précédemment, on retrouve souvent une perte de masse musculaire et une augmentation de la masse grasse dans les maladies chroniques, en partie dues à une mobilité réduite et à une baisse de l'activité physique quotidienne (Pedersen et Saltin, 2006). L'activité physique induit un certain nombre d'adaptations physiologiques et moléculaires dans le muscle squelettique et le tissu adipeux que nous allons décrire ci-dessous, qui

Tableau 6.II : Mécanismes moléculaires du déconditionnement musculaire dans les pathologies chroniques

Pathologies	Protéolyse	Protéosynthèse	Myokine, Hormone, Inflammation	Stress oxydatif
Bronchopneumopathie chronique obstructive	↑ Ubiquitine-protéasome	↑ Akt-mTOR	↑ Myostatine ↑ TNF-α	↑
Cancers	↑ Ubiquitine-protéasome ↑ Autophagie-lysosome	↓ Akt-mTOR	↑ Myostatine ↑ IL-1β, ↑ IL-6, ↑ TNF-α	↑
Accident vasculaire cérébral	↑ Ubiquitine-protéasome*	↓ Akt-mTOR*	↑ Myostatine ↑ TNF-α	n.d.
Insuffisance cardiaque	↑ Ubiquitine-protéasome	↓ Akt-mTOR	↑ Myostatine ↓ Angiotensine II ↑ IL-1β, ↑ IL-6, ↑ TNF-α, ↓ IGF-1	↑
Diabète de type 2	↑ Ubiquitine-protéasome*	↓ Akt-mTOR	↑ Myostatine ↑ TNF-α	↑
Dépression	↑ Ubiquitine-protéasome*	n.d.	↑ Myostatine*	n.d.
Schizophrénie	n.d.	n.d.	↑ IL-6	n.d.
Polyarthrite rhumatoïde	↑ Ubiquitine-protéasome*	n.d.	= Myostatine* ↑ IL-1β, ↑ TNF-α	n.d.

n.d. : non déterminé ; * mécanismes identifiés dans des modèles animaux mais non explorés à ce jour chez l'humain.

directement et indirectement relayent les bénéfices de l'activité physique sur les autres organes. En effet, des données récentes des dix dernières années suggèrent que les muscles produisent des signaux de communication à distance avec d'autres organes appelés myokines (Pedersen et Febbraio, 2012) (figure 6.2).

Dans le tissu musculaire strié squelettique

De manière générale, les exercices aérobies induisent des adaptations musculaires visant à augmenter l'extraction d'oxygène, le stockage et l'utilisation des substrats énergétiques, notamment les lipides, et la capacité d'endurance. Ces effets résultent d'une augmentation de la densité capillaire médiée par le VEGF (*vascular endothelial growth factor*), de la synthèse de myoglobine (protéine de transport de l'oxygène dans le muscle) et d'une augmentation de la densité mitochondriale et des enzymes de la β-oxydation (Hawley et coll., 2014). Au niveau moléculaire, ces adaptations physiologiques sont relayées par différents effecteurs notamment la p38 MAPK (*mitogen-activated protein kinase*), l'AMPK (*5'-AMP-activated protein kinase*), les sirtuines-1/3 et la CaMK-II (*calmoduline kinase-II*). Ces effecteurs intracellulaires réagissent

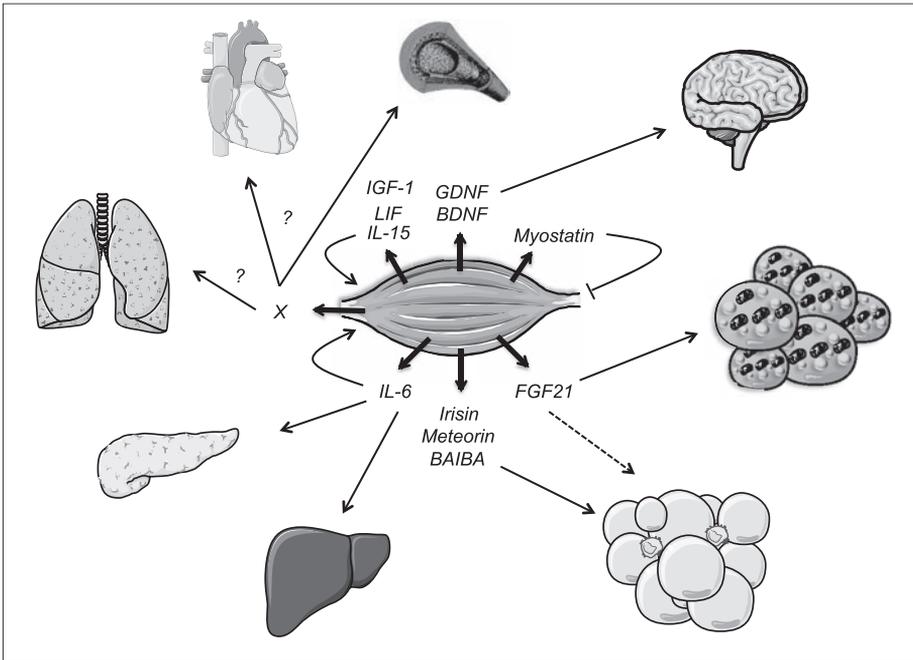


Figure 6.2 : Le muscle squelettique : un organe endocrine.

Depuis les années 2000, les données montrent que le muscle peut produire des substances capables de moduler des fonctions biologiques à distance par voie endocrine. La première myokine identifiée fût l'IL-6, qui semble activer la production hépatique de glucose pendant un exercice physique pour éviter une hypoglycémie. Le muscle produit également des substances capables de cibler le système nerveux central comme le BDNF (*brain-derived neurotrophic factor*) et le GDNF (*glial cell-derived neurotrophic factor*). Des travaux récents indiquent que le muscle produit des facteurs solubles capables de convertir le tissu adipeux blanc en tissu adipeux beige plus thermogénique et/ou d'activer le tissu adipeux brun comme l'irisine, la météorine, le β -aminoisobutyric acid (BAIBA) et le FGF21 (*fibroblast growth factor-21*). Enfin, le muscle produit également des substances à effet autocrine comme l'IGF-1, le LIF (*leukemia inhibitory factor*), l'IL-15 et la myostatine, qui contrôlent les processus de croissance et d'hypertrophie. À ce stade, on ne sait pas si le muscle peut produire des molécules bioactives capables de cibler les systèmes respiratoires et cardiovasculaires.

respectivement à l'état d'oxydo-réduction, aux ratios AMP/ATP, NAD⁺/NADH, et aux variations calciques de la fibre musculaire (Egan et Zierath, 2013). Ces protéines modulent ensuite l'expression et l'activité d'un coactivateur transcriptionnel clé du métabolisme oxydatif appelé PGC1 α (*peroxisome proliferator activated receptor coactivator-1 α*) (Lin et coll., 2002). PGC1 α stimule par ailleurs l'expression de myokines comme l'irisine (Bostrom et coll., 2012). La contraction musculaire induit également la sécrétion de myokines ayant des effets pléiotropes, à la fois sur le muscle lui-même et sur des organes à distance. Parmi ces myokines, certaines ont des propriétés

anti-inflammatoires comme l'interleukine-6 (IL-6) (Carey et coll., 2006), d'autres des propriétés trophiques comme l'IL-15, le LIF (*leukemia inhibitory factor*), et l'IGF-1 (Benatti et Pedersen, 2015), ou encore des propriétés anti-hypertrophiques sur le muscle comme la célèbre myostatine (McPherron et coll., 1997) (figure 6.2).

Par ailleurs, les exercices de résistance favorisent l'augmentation de la masse et de la force musculaires (Wilson et coll., 2012). Ces effets sont médiés par des hormones anaboliques produites pendant l'activité physique comme l'IGF-1 et l'hormone de croissance, et par le stress mécanique généré sur les fibres musculaires pendant la contraction. Ces systèmes activent une voie de signalisation Akt/mTOR qui stimule l'initiation de la traduction des protéines *via* la protéine p70-S6K1 (*Ribosomal protein S6 kinase beta-1*) et le facteur de transcription eIF4E (*eukaryotic translation initiation factor 4E*) (Goodman, 2014). L'activation de la voie Akt inhibe également la protéine FOXO3 qui régule la dégradation des protéines par les E3 ubiquitines ligases MuRF1 et atrogin-1/MAFbx. Il est à noter que l'AMPK, activée par les exercices d'endurance, bloque l'activation du complexe mTOR, ce qui explique l'interférence entre les exercices aérobies et de résistance décrite précédemment (Hawley et coll., 2014).

Dans le tissu adipeux

Les études transversales sur adipocytes sous-cutanés abdominaux ont suggéré une meilleure sensibilité β -adrénergique chez des hommes et des femmes entraînés en endurance par rapport à des sujets témoins sédentaires (Crampes et coll., 1986 ; Riviere et coll., 1989). Des données similaires ont été obtenues au cours d'études longitudinales d'entraînement aérobique montrant une amélioration de la réponse lipolytique β -adrénergique sur adipocytes isolés de sujets obèses, indépendamment de la taille adipocytaire (De Glisezinski et coll., 1998). Des améliorations fonctionnelles au niveau récepteur et post-récepteur ont été rapportées (De Glisezinski et coll., 1998 ; Moro et coll., 2009). Il a été montré par microdialyse *in situ* dans le tissu adipeux que 4 mois d'entraînement aérobique améliore la lipolyse β -adrénergique et ANP (*atrial natriuretic peptide*)-dépendante chez des hommes jeunes en surpoids (Moro et coll., 2005). Des résultats similaires ont été obtenus chez des femmes obèses atteintes d'un syndrome des ovaires polykystiques (Moro et coll., 2009). Ces effets pourraient impliquer une meilleure efficacité des protéines dépendantes de l'AMPc et du GMPc. On observe également une amélioration de la lipolyse induite par un exercice aigu après 4 mois d'entraînement aérobique chez des hommes en surpoids (de Glisezinski et coll., 2003). Ce

résultat pourrait s'expliquer en partie par une réduction de l'effet anti-lipolytique $\alpha 2$ -adrénergique dans le tissu adipeux, suite à la diminution des niveaux circulants d'adrénaline, le ligand physiologique principal des récepteurs $\alpha 2$ -adrénergiques. Ainsi il a été montré que l'activité anti-lipolytique $\alpha 2$ -adrénergique était réduite après 3 mois d'entraînement en endurance (Richterova et coll., 2004). Des adaptations similaires de lipolyse du tissu adipeux ont été observées en réponse à un entraînement en résistance chez des sujets obèses (Polak et coll., 2005).

L'activité physique diminue la sécrétion de cytokines pro-inflammatoires $TNF\alpha$, $IL-1\beta$, $IL-8$, MCP1 (*monocyte chemoattractant protein-1*) et augmente celle de cytokines anti-inflammatoires par le tissu adipeux ($IL-1ra$ [*IL-1 receptor antagonist*], $IL-10$, sTNF-R [*soluble TNF α receptor*]), ce qui contribue à diminuer les niveaux circulants de protéines de la phase aiguë de l'inflammation comme la *serum amyloid protein-A* et la protéine C-réactive. Ces effets pourraient être dus à une action directe sur les cellules immunitaires qui s'accumulent dans le tissu adipeux, dans un contexte d'obésité.

L'entraînement en endurance semble également augmenter la sécrétion de myokines comme l'irisine (Bostrom et coll., 2012), la météorine (Rao et coll., 2014), le β -aminoisobutyric acid (BAIBA) (Roberts et coll., 2014) et FGF-21 (*fibroblast growth factor-21*) (Kharitononkov et coll., 2005), en partie via l'induction de PGC1 α . Ces myokines activent la conversion du tissu adipeux blanc en tissu adipeux beige, qui possède un potentiel oxydatif et une respiration cellulaire accentués en raison de l'induction de la protéine découplante-1 (UCP1) (Bostrom et coll., 2012 ; Fisher et coll., 2012 ; Rao et coll., 2014 ; Roberts et coll., 2014). Une des conséquences de ce phénotype est une plus grande consommation d'acides gras issus de la lipolyse et de glucose par ces adipocytes beiges (figure 6.2). Ces adaptations du tissu adipeux permettent de lutter contre la prise de poids et corrigent le déséquilibre glycémique chez les souris rendues obèses par un régime riche en graisses (Bostrom et coll., 2012 ; Kharitononkov et coll., 2005).

Mécanismes moléculaires par lesquels l'activité physique améliore les symptômes et la qualité de vie dans les maladies chroniques

Au cours de ces 50 dernières années, de nombreuses connaissances importantes se sont accumulées concernant les effets bénéfiques de l'activité physique sur la santé en général et la prévention des maladies chroniques en particulier (Pedersen et Saltin, 2006). Comme déjà évoqué dans les différents

chapitres de cette expertise, l'activité physique devrait être prescrite dans la prise en charge d'un certain nombre d'affections chroniques d'origine métabolique (obésité, diabète de type 1 et 2, insulino-résistance, dyslipidémies), cardiovasculaire (hypertension, maladie coronarienne, insuffisance cardiaque, claudication intermittente), pulmonaire (broncho-pneumopathie chronique obstructive, asthme), ostéo-articulaire (arthrose, polyarthrite rhumatoïde, ostéoporose, fibromyalgie, syndrome de fatigue chronique), neurologique (dépression, schizophrénie), et des cancers (Pedersen et Saltin, 2015). Les effets bénéfiques de l'activité physique sont donc très largement multifactoriels. Nous allons traiter les mécanismes physiologiques et moléculaires potentiellement impliqués dans les effets bénéfiques de l'activité physique pour chaque pathologie chronique.

Maladies cardiovasculaires

L'activité physique améliore la fonction endothéliale, en particulier la vasodilatation médiée par le monoxyde d'azote (NO) dépendante de l'endothélium, augmente le tonus parasympathique, diminue le taux de catécholamines circulantes, ainsi que la pression artérielle moyenne en augmentant la perfusion des muscles locomoteurs et la compliance des artères (Ash et coll., 2013). L'activité physique augmente aussi la production de facteurs vasodilatateurs comme le peptide atrial natriurétique ayant une activité antagoniste du système rénine-angiotensine-aldostérone (Coats et coll., 1992). L'activité physique exerce par ailleurs un effet anti-athéromateux en prévenant la formation des thrombus et en inhibant l'inflammation (Pedersen et Febbraio, 2012). La prévention des thrombus s'explique par une augmentation de la fibrinolyse et une diminution de l'agrégation plaquettaire. Au niveau cardiaque, l'activité physique augmente le volume d'éjection systolique et la force de contraction du myocarde, tout en limitant l'hypertrophie induite par une surcharge de pression (Demopoulos et coll., 1997). En augmentant le potentiel oxydatif des muscles locomoteurs, l'activité physique repousse le seuil anaérobie et améliore la tolérance à l'exercice des patients insuffisants cardiaques (Meyer et coll., 1996).

Dépression

La dépression et la schizophrénie s'accompagnent sur le plan clinique d'une atrophie de l'hippocampe et du gyrus denté, deux structures corticales impliquées dans le contrôle de l'humeur et de la mémoire. Il est désormais bien établi que l'activité physique stimule la neurogenèse de l'hippocampe et du gyrus denté en particulier *via* l'induction du neuropeptide VGF (nom

acronymique) régulé par le BDNF (*brain-derived neurotrophic factor*) et la sérotonine (Hunsberger et coll., 2007). Une diminution locale de l'inflammation et du stress oxydant serait également observée. L'activité physique active aussi la production de facteurs neurotrophiques dans l'hippocampe et dans les muscles comme le BDNF, le GDNF (*glial cell-derived neurotrophic factor*) et l'IGF-1 (Aguar et coll., 2014 ; Wrann et coll., 2013). Ces facteurs stimulent la prolifération et la survie des neurones, la plasticité neuronale, et l'expression de protéines synaptiques (*synaptophysin*, *postsynaptic density protein 95*) et de β -endorphine dans l'hippocampe (Knaepen et coll., 2010). L'activité physique induit également la libération de VEGF, qui augmente la vascularisation et le flux sanguin cérébral (Arany et coll., 2008). Enfin, l'activité physique augmente les concentrations cérébrales de sérotonine en induisant la tryptophane hydroxylase dans le noyau du Raphé et en augmentant la biodisponibilité en tryptophane libre, acide aminé précurseur de la sérotonine. Les activités physiques de type aérobie augmentent également l'expression de la kynurénine aminotransférase *via* le coactivateur transcriptionnel PGC1 α dans les muscles (Agudelo et coll., 2014), ce qui diminue les concentrations circulantes de kynurénine, un métabolite du tryptophane induisant des troubles dépressifs. Il semble aussi que les activités physiques de type Qi gong s'opposent à l'hyperactivité de l'axe corticotrope en diminuant les influences cognitives et affectives au niveau du système limbique (Tsang et Fung, 2008). Les exercices de type résistance ne semblent pas quant à eux modifier les concentrations hippocampiques de BDNF.

Schizophrénie

L'activité physique réduit les hallucinations, l'anxiété et la détresse psychologique tout en augmentant l'attention et la qualité de vie chez les patients schizophrènes (Firth et coll., 2015). Comme dans la dépression, ces effets sont corrélés à une augmentation de la neurogenèse et des concentrations de BDNF dans l'hippocampe.

Cancers

Plusieurs études ont montré que l'activité physique diminue la perception de fatigue chronique et améliore la mobilité en augmentant la condition physique, l'équilibre et la force musculaire (voir chapitre « Cancers »). Quelques études expérimentales, notamment chez la souris, ont mis en évidence que l'activité physique réduit la taille des tumeurs en diminuant l'état inflammatoire systémique, le stress oxydant et les dommages cellulaires (péroxydation lipidique, carbonylation des protéines, dommages de l'ADN). Une étude

récente démontre également que l'activité physique augmente la sécrétion de facteurs anti-tumoraux par les muscles, comme SPARC (*secreted protein, acidic and rich in cysteine*), qui inhibe la tumorigenèse dans les cryptes du côlon (Aoi et coll., 2013). Les stades avancés de cancer évoluent vers une cachexie, c'est-à-dire une perte de masse musculaire (Gould et coll., 2013). Via l'induction de systèmes anti-oxydants et anti-inflammatoires au niveau systémique et hypothalamique, l'activité physique atténue l'anorexie associée à l'état cachectique (Lira et coll., 2011). Elle contribue également au maintien de la masse musculaire en stimulant la synthèse des protéines et la production d'hormones anaboliques comme l'hormone de croissance et l'IGF-1. Ces bénéfices restent à confirmer sur le plan clinique (Grande et coll., 2014 ; Stene et coll., 2013) (voir chapitre « Cancers »).

Bronchopneumopathie chronique obstructive/Asthme

Il n'y a pas, à notre connaissance, de preuves directes que l'activité physique améliore la fonction pulmonaire. Cependant, en augmentant la capacité aérobie et la puissance musculaire, l'activité physique diminuerait la demande ventilatoire pendant un exercice physique et réduirait ainsi le risque de survenue d'une crise d'asthme et la perception de dyspnée (McCarthy et coll., 2015). L'activité physique augmente les concentrations circulantes de cytokines anti-inflammatoires (IL-10, IL-1Ra) et diminue l'inflammation locale dans le parenchyme pulmonaire (Silva et coll., 2010). Les muscles actifs produisent également de l'interleukine-6 qui s'oppose aux effets délétères du TNF α sur les voies aériennes et sur la fonte musculaire (cachexie) (Petersen et coll., 2008).

Diabète

Étant donné la forte prévalence du diabète de type 2 dans le monde, de nombreuses études ont évalué les bénéfices de l'activité physique dans la prévention et le traitement du diabète de type 2 (Knowler et coll., 2002 ; LaMonte et coll., 2005 ; Tuomilehto et coll., 2001). Les mécanismes par lesquels un programme adapté d'activité physique corrige en partie le déséquilibre glycémique et l'hémoglobine glyquée (HbA1c) sont multiples. Un des effets majeurs de l'activité physique est l'amélioration de la sensibilité à l'insuline des tissus périphériques, notamment du muscle squelettique (Bruce et coll., 2006 ; Polak et coll., 2005). Ceci implique une augmentation de la translocation du transporteur de glucose GLUT4 à la membrane chez des patients diabétiques ayant suivi un programme d'entraînement (Hussey et coll., 2012). On observe également une potentialisation de la signalisation insulinaire dans le muscle, reflétée en partie par une augmentation de la

phosphorylation d'Akt et d'AS160 (*Akt substrate of 160 kDa*) ou TBC1D4 (*TBC1 domain family member 4*) (SyLOW et coll., 2014), une Rab GTPase impliquée dans le transport vésiculaire de GLUT4 (Pehmoller et coll., 2012). Ceci pourrait s'expliquer par une diminution des concentrations intramyocellulaires de diacylglycérols et céramides (Dube et coll., 2011), des lipides toxiques capables d'inhiber la signalisation de l'insuline au niveau d'IRS1 (*insulin receptor substrate-1*) et d'Akt respectivement (Samuel et Shulman, 2012). Cette baisse des diacylglycérols et céramides ferait suite à une augmentation de la capacité oxydative musculaire et de l'oxydation des lipides. Ceci implique une augmentation de la densité mitochondriale et des enzymes de la β -oxydation médiée par le coactivateur transcriptionnel PGC1 α (Sparks et coll., 2013). Il est aussi largement admis aujourd'hui que la contraction musculaire augmente le transport de glucose et la translocation de GLUT4 *via* l'AMPK (Friedrichsen et coll., 2013). Par ailleurs, une augmentation de la densité capillaire par fibre musculaire facilite la diffusion et le captage de glucose par les muscles en réponse à l'activité physique (Akerstrom et coll., 2014). Ces effets se retrouvent à la fois dans des exercices d'endurance, de résistance ou une combinaison des deux. Il semblerait, pour finir, que l'activité physique facilite la sécrétion de myokines capables de stimuler le transport de glucose au niveau des muscles et potentiellement du tissu adipeux, comme l'IL-6, l'apeline et le FGF-21 (Besse-Patin et coll., 2014). Ces adaptations métaboliques à l'activité physique sont également observées dans le diabète de type 1. Les exercices par intervalles de haute intensité et de sprint semblent également efficaces pour améliorer la sensibilité à l'insuline *via* PGC1 α et une augmentation de la protéine GLUT4 musculaire, malgré un faible volume hebdomadaire (< 75 min/semaine) (Gillen et coll., 2016 ; Little et coll., 2011).

Obésité

L'obésité, qui caractérise un excès de masse grasse, résulte d'un déséquilibre chronique de la balance énergétique. L'activité physique constitue un composant majeur de la dépense énergétique (Church, 2011). Plusieurs études épidémiologiques ont mis en évidence qu'une diminution de la dépense énergétique liée aux activités physiques quotidiennes est très fortement corrélée à l'augmentation du poids moyen des populations aux États-Unis (Church et coll., 2011). L'activité physique prescrite seule ne semble pas suffisante pour induire une perte de poids significative en raison d'une compensation par la prise alimentaire. Cependant, en association avec une restriction calorique, l'activité physique potentialise la perte de poids et facilite le maintien à long terme de la perte de poids (Church et coll., 2009). Au-delà de l'aspect strictement calorique, l'activité physique induit également des adaptations

facilitant la mobilisation des graisses par le tissu adipeux et leur oxydation par les muscles locomoteurs (Horowitz, 2003). L'entraînement en endurance améliore la sensibilité lipolytique du tissu adipeux aux principales hormones lipolytiques (adrénaline et peptide atrial natriurétique) et restaure en partie les défauts de lipolyse constatés chez des sujets en surpoids ou obèses (Moro et Lafontan, 2013). Pour ce qui est de l'oxydation des lipides, ces effets semblent largement relayés au niveau moléculaire par l'induction de PGC1 α et l'activation des sirtuines 1 et 3 dans le muscle squelettique (Hawley et coll., 2014). L'activité physique stimule aussi la production de LPL (lipase des lipoprotéines) par les muscles, ce qui facilite la clairance et l'extraction des triglycérides circulants contenus dans les VLDL (Seip et coll., 1995). En diminuant la lipolyse basale des adipocytes, notamment au niveau viscéral, l'activité physique diminue le flux d'acides gras vers le foie et la stéatose hépatique (Bacchi et coll., 2013). Ces adaptations fonctionnelles concourent à diminuer les taux de triglycérides circulants et corriger en partie la dyslipidémie accompagnant les diabètes, l'obésité et le syndrome métabolique dans un certain nombre d'affections chroniques (Earnest et coll., 2013).

Troubles ostéo-articulaires

Quelques études montrent que l'activité physique freine la perte de cartilage en stimulant la production de l'un de ses constituants, le glycosaminoglycane, et en inhibant l'inflammation du cartilage. Plusieurs études démontrent également l'effet analgésique de l'activité physique par l'augmentation des concentrations de β -endorphine, de BDNF et de substance P (Benatti et Pedersen, 2015).

Polyarthrite rhumatoïde

De la même manière que dans les troubles ostéo-articulaires, l'activité physique diminue l'inflammation systémique (TNF α et IL-1 β) (Benatti et Pedersen, 2015). En stimulant la force musculaire et l'équilibre, l'activité physique augmente les contraintes mécaniques sur l'os et la densité osseuse en facilitant la production de l'ostéocalcine par les ostéoblastes et la fixation du calcium (Coiro et coll., 2012 ; Iwamoto et coll., 2004).

Conclusion

On retrouve quasi systématiquement une perte de masse musculaire et souvent une augmentation de la masse grasse dans les maladies chroniques, en

partie dues à une mobilité réduite et à une baisse de l'activité physique quotidienne, mais aussi à l'activation de processus cataboliques spécifiques à certaines pathologies. Ce déconditionnement musculaire plus ou moins marqué va déterminer une réduction progressive des capacités fonctionnelles de l'organisme, à l'origine d'une réduction de la qualité de vie des patients et de leur autonomie. Différents mécanismes moléculaires de ce déconditionnement ont été identifiés selon les pathologies (dérégulation du contrôle de l'équilibre entre la synthèse et la dégradation des protéines, augmentation du stress oxydatif, augmentation de l'expression de la myostatine).

En revanche, l'activité physique induit un certain nombre d'adaptations physiologiques et moléculaires dans le muscle squelettique et le tissu adipeux, qui relayent les bénéfices de l'activité physique sur les autres organes. Des données récentes suggèrent que les muscles produisent des signaux de communication à distance avec d'autres organes, appelés myokines : certaines sont capables de cibler l'hippocampe, pour influencer sur la mémoire et la dépression (BDNF, GDNF), le foie, pour moduler la production hépatique de glucose (IL-6), les muscles, pour moduler la sensibilité à l'insuline (apeline), ainsi que de nombreux autres tissus et organes.

Une partie des effets bénéfiques de l'activité physique s'explique également par son effet anti-inflammatoire au niveau systémique et par la production de facteurs analgésiques (β -endorphines, substance P). Des mécanismes physiologiques et moléculaires potentiellement impliqués dans les effets bénéfiques de l'activité physique ont donc été identifiés dans chaque pathologie chronique et des études récentes ont montré que ces mécanismes pouvaient être modulés par le type d'activité physique (endurance ou force).

À partir de ces connaissances, une prochaine étape de recherche consistera à identifier les types d'exercices les mieux adaptés en termes de réponses cellulaires et moléculaires du tissu musculaire, afin d'optimiser la prise en charge de chaque pathologie chronique.

RÉFÉRENCES

- Acharyya S, Ladner KJ, Nelsen LL, *et al.* Cancer cachexia is regulated by selective targeting of skeletal muscle gene products. *J Clin Invest* 2004 ; 114 : 370-8.
- Adams V, Jiang H, Yu J, *et al.* Apoptosis in skeletal myocytes of patients with chronic heart failure is associated with exercise intolerance. *J Am Coll Cardiol* 1999 ; 33 : 959-65.

Agudelo LZ, Femenia T, Orhan F, *et al.* Skeletal muscle PGC-1alpha1 modulates kynurenine metabolism and mediates resilience to stress-induced depression. *Cell* 2014 ; 159 : 33-45.

Aguiar AS Jr, Stragier E, Da Luz Scheffer D, *et al.* Effects of exercise on mitochondrial function, neuroplasticity and anxio-depressive behavior of mice. *Neuroscience* 2014 ; 271 : 56-63.

Akerstrom T, Laub L, Vedel K, *et al.* Increased skeletal muscle capillarization enhances insulin sensitivity. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2014 ; 307 : E1105-16.

Allen DL, McCall GE, Loh AS, *et al.* Acute daily psychological stress causes increased atrophic gene expression and myostatin-dependent muscle atrophy. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2010 ; 299 : R889-98.

Anker SD, Negassa A, Coats AJ, *et al.* Prognostic importance of weight loss in chronic heart failure and the effect of treatment with angiotensin-converting-enzyme inhibitors: an observational study. *Lancet* 2003 ; 361 : 1077-83.

Anker SD, Ponikowski P, Varney S, *et al.* Wasting as independent risk factor for mortality in chronic heart failure. *Lancet* 1997a ; 349 : 1050-3.

Anker SD, Swan JW, Volterrani M, *et al.* The influence of muscle mass, strength, fatigability and blood flow on exercise capacity in cachectic and non-cachectic patients with chronic heart failure. *Eur Heart J* 1997b ; 18 : 259-69.

Antoun S, Birdsell L, Sawyer MB, *et al.* Association of skeletal muscle wasting with treatment with sorafenib in patients with advanced renal cell carcinoma: results from a placebo-controlled study. *J Clin Oncol* 2010 ; 28 : 1054-60.

Antoun S, Borget I, Lanoy E. Impact of sarcopenia on the prognosis and treatment toxicities in patients diagnosed with cancer. *Curr Opin Support Palliat Care* 2013 ; 7 : 383-9.

Aoi W, Naito Y, Takagi T, *et al.* A novel myokine, secreted protein acidic and rich in cysteine (SPARC), suppresses colon tumorigenesis via regular exercise. *Gut* 2013 ; 62 : 882-9.

Arany Z, Foo SY, Ma Y, *et al.* HIF-independent regulation of VEGF and angiogenesis by the transcriptional coactivator PGC-1alpha. *Nature* 2008 ; 451 : 1008-12.

Argiles JM, Busquets S, Stemmler B, *et al.* Cancer cachexia: understanding the molecular basis. *Nat Rev Cancer* 2014 ; 14 : 754-62.

Ash GI, Eicher JD, Pescatello LS. The promises and challenges of the use of genomics in the prescription of exercise for hypertension: the 2013 update. *Curr Hypertens Rev* 2013 ; 9 : 130-47.

Bacchi E, Negri C, Targher G, *et al.* Both resistance training and aerobic training reduce hepatic fat content in type 2 diabetic subjects with nonalcoholic fatty liver disease (the RAED2 randomized trial). *Hepatology* 2013 ; 58 : 1287-95.

Baker JF, Long J, Ibrahim S, *et al.* Are men at greater risk of lean mass deficits in rheumatoid arthritis? *Arthritis Care Res (Hoboken)* 2015 ; 67 : 112-9.

Baltgalvis KA, Berger FG, Pena MM, *et al.* Interleukin-6 and cachexia in ApcMin/+ mice. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2008 ; 294 : R393-401.

Barreiro E, Schols AM, Polkey MI, *et al.* Cytokine profile in quadriceps muscles of patients with severe COPD. *Thorax* 2008 ; 63 : 100-7.

Batista ML, Jr., Oliván M, Alcantara PS, *et al.* Adipose tissue-derived factors as potential biomarkers in cachectic cancer patients. *Cytokine* 2013 ; 61 : 532-9.

Batsis JA, Mackenzie TA, Barre LK, *et al.* Sarcopenia, sarcopenic obesity and mortality in older adults: results from the National health and nutrition examination survey III. *Eur J Clin Nutr* 2014 ; 68 : 1001-7.

Baumgartner RN. Body composition in healthy aging. *Ann NY Acad Sci* 2000 ; 904 : 437-48.

Benatti FB, Pedersen BK. Exercise as an anti-inflammatory therapy for rheumatic diseases-myokine regulation. *Nat Rev Rheumatol* 2015 ; 11 : 86-97.

Bernard S, Leblanc P, Whittom F, *et al.* Peripheral muscle weakness in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1998 ; 158 : 629-34.

Besse-Patin A, Montastier E, Vinel C, *et al.* Effect of endurance training on skeletal muscle myokine expression in obese men: identification of apelin as a novel myokine. *Int J Obes (Lond)* 2014 ; 38 : 707-13.

Blauwhoff-Busker molen S, Versteeg KS, De Van Der Schueren MA, *et al.* Loss of muscle mass during chemotherapy is predictive for poor survival of patients with metastatic colorectal cancer. *J Clin Oncol* 2016 ; 34 : 1339-44.

Bodine SC, Stitt TN, Gonzalez M, *et al.* Akt/mTOR pathway is a crucial regulator of skeletal muscle hypertrophy and can prevent muscle atrophy in vivo. *Nat Cell Biol* 2001 ; 3 : 1014-9.

Bonetto A, Aydogdu T, Kunzevitzky N, *et al.* STAT3 activation in skeletal muscle links muscle wasting and the acute phase response in cancer cachexia. *PLoS One* 2011 ; 6 : e22538.

Borg J, Edstrom L, Bjerkenstedt L, *et al.* Muscle biopsy findings, conduction velocity and refractory period of single motor nerve fibres in schizophrenia. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1987 ; 50 : 1655-64.

Bossola M, Muscaritoli M, Costelli P, *et al.* Increased muscle proteasome activity correlates with disease severity in gastric cancer patients. *Ann Surg* 2003 ; 237 : 384-9.

Bostrom P, Wu J, Jedrychowski MP, *et al.* A PGC1-alpha-dependent myokine that drives brown-fat-like development of white fat and thermogenesis. *Nature* 2012 ; 481 : 463-8.

Brink M, Price SR, Chrast J, *et al.* Angiotensin II induces skeletal muscle wasting through enhanced protein degradation and down-regulates autocrine insulin-like growth factor I. *Endocrinology* 2001 ; 142 : 1489-96.

Bruce CR, Thrush AB, Mertz VA, *et al.* Endurance training in obese humans improves glucose tolerance and mitochondrial fatty acid oxidation and alters muscle lipid content. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2006 ; 291 : E99-107.

Busquets S, Figueras MT, Fuster G, *et al.* Anticachectic effects of formoterol: a drug for potential treatment of muscle wasting. *Cancer Res* 2004 ; 64 : 6725-31.

Cai D, Frantz JD, Tawa NE Jr, *et al.* IKKbeta/NF-kappaB activation causes severe muscle wasting in mice. *Cell* 2004 ; 119 : 285-98.

Carey AL, Steinberg GR, Macaulay SL, *et al.* Interleukin-6 increases insulin-stimulated glucose disposal in humans and glucose uptake and fatty acid oxidation in vitro via AMP-activated protein kinase. *Diabetes* 2006 ; 55 : 2688-97.

Carneiro IP, Mazurak VC, Prado CM. Clinical implications of sarcopenic obesity in cancer. *Curr Oncol Rep* 2016 ; 18 : 62.

Chen CH, Ho C, Huang YZ, *et al.* Hand-grip strength is a simple and effective outcome predictor in esophageal cancer following esophagectomy with reconstruction: a prospective study. *J Cardiothorac Surg* 2011 ; 6 : 98.

Christensen HM, Kistorp C, Schou M, *et al.* Prevalence of cachexia in chronic heart failure and characteristics of body composition and metabolic status. *Endocrine* 2013 ; 43 : 626-34.

Church T. Exercise in obesity, metabolic syndrome, and diabetes. *Prog Cardiovasc Dis* 2011 ; 53 : 412-8.

Church TS, Martin CK, Thompson AM, *et al.* Changes in weight, waist circumference and compensatory responses with different doses of exercise among sedentary, overweight postmenopausal women. *PLoS One* 2009 ; 4 : e4515.

Church TS, Thomas DM, Tudor-Locke C, *et al.* Trends over 5 decades in US occupation-related physical activity and their associations with obesity. *PLoS One* 2011 ; 6 : e19657.

Coats AJ, Adamopoulos S, Radaelli A, *et al.* Controlled trial of physical training in chronic heart failure. Exercise performance, hemodynamics, ventilation, and autonomic function. *Circulation* 1992 ; 85 : 2119-31.

Coiro V, Volpi R, Cataldo S, *et al.* Effect of physiological exercise on osteocalcin levels in subjects with adrenal incidentaloma. *J Endocrinol Invest* 2012 ; 35 : 357-8.

Costelli P, Muscaritoli M, Bonetto A, *et al.* Muscle myostatin signalling is enhanced in experimental cancer cachexia. *Eur J Clin Invest* 2008 ; 38 : 531-8.

Crampes F, Beauville M, Riviere D, *et al.* Effect of physical training in humans on the response of isolated fat cells to epinephrine. *J Appl Physiol* (1985) 1986 ; 61 : 25-9.

Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, *et al.* Sarcopenia : European consensus on definition and diagnosis: Report of the European working group on sarcopenia in older people. *Age Ageing* 2010 ; 39 : 412-23.

De Glisezinski I, Crampes F, Harant I, *et al.* Endurance training changes in lipolytic responsiveness of obese adipose tissue. *Am J Physiol* 1998 ; 275 : E951-6.

De Glisezinski I, Moro C, Pillard F, *et al.* Aerobic training improves exercise-induced lipolysis in SCAT and lipid utilization in overweight men. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2003 ; 285 : E984-90.

Dejong CH, Busquets S, Moses AG, *et al.* Systemic inflammation correlates with increased expression of skeletal muscle ubiquitin but not uncoupling proteins in cancer cachexia. *Oncol Rep* 2005 ; 14 : 257-63.

Delmonico MJ, Harris TB, Lee JS, *et al.* Alternative definitions of sarcopenia, lower extremity performance, and functional impairment with aging in older men and women. *J Am Geriatr Soc* 2007 ; 55 : 769-74.

Demopoulos L, Bijou R, Fergus I, *et al.* Exercise training in patients with severe congestive heart failure: enhancing peak aerobic capacity while minimizing the increase in ventricular wall stress. *J Am Coll Cardiol* 1997 ; 29 : 597-603.

Desgeorges MM, Devillard X, Toutain J, *et al.* Molecular mechanisms of skeletal muscle atrophy in a mouse model of cerebral ischemia. *Stroke* 2015 ; 46 : 1673-80.

Donaldson AV, Maddocks M, Martolini D, *et al.* Muscle function in COPD: a complex interplay. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* 2012 ; 7 : 523-35.

Doucet M, Russell AP, Leger B, *et al.* Muscle atrophy and hypertrophy signaling in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2007 ; 176 : 261-9.

Dowlati Y, Herrmann N, Swardfager W, *et al.* A meta-analysis of cytokines in major depression. *Biol Psychiatry* 2010 ; 67 : 446-57.

Dube JJ, Amati F, Toledo FG, *et al.* Effects of weight loss and exercise on insulin resistance, and intramyocellular triacylglycerol, diacylglycerol and ceramide. *Diabetologia* 2011 ; 54 : 1147-56.

Earnest CP, Johannsen NM, Swift DL, *et al.* Dose effect of cardiorespiratory exercise on metabolic syndrome in postmenopausal women. *Am J Cardiol* 2013 ; 111 : 1805-11.

Egan B, Zierath JR. Exercise metabolism and the molecular regulation of skeletal muscle adaptation. *Cell Metab* 2013 ; 17 : 162-84.

Eley HL, Tisdale MJ. Skeletal muscle atrophy, a link between depression of protein synthesis and increase in degradation. *J Biol Chem* 2007 ; 282 : 7087-97.

English C, McLennan H, Thoirs K, *et al.* Loss of skeletal muscle mass after stroke: a systematic review. *Int J Stroke* 2010 ; 5 : 395-402.

Evans WJ, Morley JE, Argiles J, *et al.* Cachexia: a new definition. *Clin Nutr* 2008 ; 27 : 793-9.

Fermoselle C, Rabinovich R, Ausin P, *et al.* Does oxidative stress modulate limb muscle atrophy in severe COPD patients? *Eur Respir J* 2012 ; 40 : 851-62.

Firth J, Cotter J, Elliott R, *et al.* A systematic review and meta-analysis of exercise interventions in schizophrenia patients. *Psychol Med* 2015 ; 45 : 1343-61.

Fisher FM, Kleiner S, Douris N, *et al.* FGF21 regulates PGC-1alpha and browning of white adipose tissues in adaptive thermogenesis. *Genes Dev* 2012 ; 26 : 271-81.

- Flyckt L, Borg J, Borg K, *et al.* Muscle biopsy, macro EMG, and clinical characteristics in patients with schizophrenia. *Biol Psychiatry* 2000 ; 47 : 991-9.
- Friedrichsen M, Mortensen B, Pehmoller C, *et al.* Exercise-induced AMPK activity in skeletal muscle: role in glucose uptake and insulin sensitivity. *Mol Cell Endocrinol* 2013 ; 366 : 204-14.
- Fulster S, Tacke M, Sandek A, *et al.* Muscle wasting in patients with chronic heart failure: results from the studies investigating co-morbidities aggravating heart failure (SICA-HF). *Eur Heart J* 2013 ; 34 : 512-9.
- Gallot YS, Durieux AC, Castells J, *et al.* Myostatin gene inactivation prevents skeletal muscle wasting in cancer. *Cancer Res* 2014 ; 74 : 7344-56.
- Gariballa S, Alessa A. Sarcopenia: prevalence and prognostic significance in hospitalized patients. *Clin Nutr* 2013 ; 32 : 772-6.
- Gielen S, Adams V, Mobius-Winkler S, *et al.* Anti-inflammatory effects of exercise training in the skeletal muscle of patients with chronic heart failure. *J Am Coll Cardiol* 2003 ; 42 : 861-8.
- Gielen S, Sandri M, Kozarez I, *et al.* Exercise training attenuates MuRF-1 expression in the skeletal muscle of patients with chronic heart failure independent of age: the randomized Leipzig exercise intervention in chronic heart failure and aging catabolism study. *Circulation* 2012 ; 125 : 2716-27.
- Gillen JB, Martin BJ, Macinnis MJ, *et al.* Twelve weeks of sprint interval training improves indices of cardiometabolic health similar to traditional endurance training despite a five-fold lower exercise volume and time commitment. *PLoS One* 2016 ; 11 : e0154075.
- Goodman CA. The role of mTORC1 in regulating protein synthesis and skeletal muscle mass in response to various mechanical stimuli. *Rev Physiol Biochem Pharmacol* 2014 ; 166 : 43-95.
- Goodpaster BH, Park SW, Harris TB, *et al.* The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: the health, aging and body composition study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2006 ; 61 : 1059-64.
- Gosker HR, Engelen MP, Van Mameren H, *et al.* Muscle fiber type IIX atrophy is involved in the loss of fat-free mass in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Clin Nutr* 2002 ; 76 : 113-9.
- Gould DW, Lahart I, Carmichael AR, *et al.* Cancer cachexia prevention via physical exercise: molecular mechanisms. *J Cachexia, Sarcopenia Muscle* 2013 ; 4 : 111-24.
- Grande AJ, Silva V, Riera R, *et al.* Exercise for cancer cachexia in adults. *Cochrane Database Syst Rev* 2014 ; 11 : Cd010804.
- Grimby G, Saltin B. The ageing muscle. *Clin Physiol* 1983 ; 3 : 209-18.
- Guerrero N, Bunout D, Hirsch S, *et al.* Premature loss of muscle mass and function in type 2 diabetes. *Diabetes Res Clin Pract* 2016 ; 117 : 32-8.
- Hachisuka K, Umezu Y, Ogata H. Disuse muscle atrophy of lower limbs in hemiplegic patients. *Arch Phys Med Rehabil* 1997 ; 78 : 13-8.

Hafer-Macko CE, Yu S, Ryan AS, *et al.* Elevated tumor necrosis factor-alpha in skeletal muscle after stroke. *Stroke* 2005 ; 36 : 2021-3.

Hambrecht R, Schulze PC, Gielen S, *et al.* Reduction of insulin-like growth factor-I expression in the skeletal muscle of noncachectic patients with chronic heart failure. *J Am Coll Cardiol* 2002 ; 39 : 1175-81.

Harrington D, Anker SD, Chua TP, *et al.* Skeletal muscle function and its relation to exercise tolerance in chronic heart failure. *J Am Coll Cardiol* 1997 ; 30 : 1758-64.

Hawley JA, Hargreaves M, Joyner MJ, *et al.* Integrative biology of exercise. *Cell* 2014 ; 159 : 738-49.

Hayot M, Rodriguez J, Vernus B, *et al.* Myostatin up-regulation is associated with the skeletal muscle response to hypoxic stimuli. *Mol Cell Endocrinol* 2011 ; 332 : 38-47.

Heineke J, Auger-Messier M, Xu J, *et al.* Genetic deletion of myostatin from the heart prevents skeletal muscle atrophy in heart failure. *Circulation* 2010 ; 121 : 419-25.

Hittel DS, Berggren JR, Shearer J, *et al.* Increased secretion and expression of myostatin in skeletal muscle from extremely obese women. *Diabetes* 2009 ; 58 : 30-8.

Horai N, Nagaoka T, Higuchi I, *et al.* Muscle wasting associated with pathologic change is a risk factor for the exacerbation of joint swelling in collagen-induced arthritis in cynomolgus monkeys. *BMC Musculoskelet Disord* 2013 ; 14 : 205.

Horowitz JF. Fatty acid mobilization from adipose tissue during exercise. *Trends Endocrinol Metab* 2003 ; 14 : 386-92.

Hughes VA, Frontera WR, Wood M, *et al.* Longitudinal muscle strength changes in older adults: influence of muscle mass, physical activity, and health. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2001 ; 56 : B209-17.

Hunsberger JG, Newton SS, Bennett AH, *et al.* Antidepressant actions of the exercise-regulated gene VGF. *Nat Med* 2007 ; 13 : 1476-82.

Hussey SE, Mcgee SL, Garnham A, *et al.* Exercise increases skeletal muscle GLUT4 gene expression in patients with type 2 diabetes. *Diabetes Obes Metab* 2012 ; 14 : 768-71.

Iannuzzi-Sucich M, Prestwood KM, Kenny AM. Prevalence of sarcopenia and predictors of skeletal muscle mass in healthy, older men and women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2002 ; 57 : M772-7.

Imai K, Takai K, Hanai T, *et al.* Skeletal muscle depletion predicts the prognosis of patients with hepatocellular carcinoma treated with sorafenib. *Int J Mol Sci* 2015 ; 16 : 9612-24.

Ingram KH, Hill H, Moellering DR, *et al.* Skeletal muscle lipid peroxidation and insulin resistance in humans. *J Clin Endocrinol Metab* 2012 ; 97 : E1182-6.

Iritani S, Imai K, Takai K, *et al.* Skeletal muscle depletion is an independent prognostic factor for hepatocellular carcinoma. *J Gastroenterol* 2015 ; 50 : 323-32.

Iwamoto J, Shimamura C, Takeda T, *et al.* Effects of treadmill exercise on bone mass, bone metabolism, and calciotropic hormones in young growing rats. *J Bone Miner Metab* 2004 ; 22 : 26-31.

Jakobsson F, Edstrom L, Grimby L, *et al.* Disuse of anterior tibial muscle during locomotion and increased proportion of type II fibres in hemiplegia. *J Neurol Sci* 1991 ; 105 : 49-56.

Janssen I, Baumgartner RN, Ross R, *et al.* Skeletal muscle cutpoints associated with elevated physical disability risk in older men and women. *Am J Epidemiol* 2004 ; 159 : 413-21.

Janssen I, Heymsfield SB, Ross R. Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. *J Am Geriatr Soc* 2002 ; 50 : 889-96.

Jones SE, Maddocks M, Kon SS, *et al.* Sarcopenia in COPD : prevalence, clinical correlates and response to pulmonary rehabilitation. *Thorax* 2015 ; 70 : 213-8.

Khal J, Hine AV, Fearon KC, *et al.* Increased expression of proteasome subunits in skeletal muscle of cancer patients with weight loss. *Int J Biochem Cell Biol* 2005 ; 37 : 2196-206.

Kharitononkov A, Shiyanova TL, Koester A, *et al.* FGF-21 as a novel metabolic regulator. *J Clin Invest* 2005 ; 115 : 1627-35.

Kilgour RD, Vigano A, Trutschnigg B, *et al.* Handgrip strength predicts survival and is associated with markers of clinical and functional outcomes in advanced cancer patients. *Support Care Cancer* 2013 ; 21 : 3261-70.

Kim NH, Kim HS, Eun CR, *et al.* Depression is associated with sarcopenia, not central obesity, in elderly korean men. *J Am Geriatr Soc* 2011 ; 59 : 2062-8.

Kim TN, Choi KM. Sarcopenia : definition, epidemiology, and pathophysiology. *J Bone Metab* 2013 ; 20 : 1-10.

Kim TN, Park MS, Yang SJ, *et al.* Prevalence and determinant factors of sarcopenia in patients with type 2 diabetes: the Korean sarcopenic obesity study (KSOS). *Diabetes Care* 2010 ; 33 : 1497-9.

Kivircik BB, Alptekin K, Caliskan S, *et al.* Effect of clozapine on serum leptin, insulin levels, and body weight and composition in patients with schizophrenia. *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry* 2003 ; 27 : 795-9.

Knaepen K, Goekint M, Heyman EM, *et al.* Neuroplasticity – exercise-induced response of peripheral brain-derived neurotrophic factor: a systematic review of experimental studies in human subjects. *Sports Med* 2010 ; 40 : 765-801.

Knowler WC, Barrett-Connor E, Fowler SE, *et al.* Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. *N Engl J Med* 2002 ; 346 : 393-403.

Kramer HR, Fontaine KR, Bathon JM, *et al.* Muscle density in rheumatoid arthritis: associations with disease features and functional outcomes. *Arthritis Rheum* 2012 ; 64 : 2438-50.

Lambertsen KL, Biber K, Finsen B. Inflammatory cytokines in experimental and human stroke. *J Cereb Blood Flow Metab* 2012 ; 32 : 1677-98.

Lamonte MJ, Blair SN, Church TS. Physical activity and diabetes prevention. *J Appl Physiol* 2005 ; 99 : 1205-13.

Landin S, Hagenfeldt L, Saltin B, *et al.* Muscle metabolism during exercise in hemiparetic patients. *Clin Sci Mol Med* 1977 ; 53 : 257-69.

Lecker SH, Jagoe RT, Gilbert A, *et al.* Multiple types of skeletal muscle atrophy involve a common program of changes in gene expression. *Faseb J* 2004 ; 18 : 39-51.

Leenders M, Verdijk LB, Van Der Hoeven L, *et al.* Patients with type 2 diabetes show a greater decline in muscle mass, muscle strength, and functional capacity with aging. *J Am Med Dir Assoc* 2013 ; 14 : 585-92.

Lemire BB, Debigare R, Dube A, *et al.* MAPK signaling in the quadriceps of patients with chronic obstructive pulmonary disease. *J Appl Physiol* (1985) 2012 ; 113 : 159-66.

Lieffers JR, Bathe OF, Fassbender K, *et al.* Sarcopenia is associated with postoperative infection and delayed recovery from colorectal cancer resection surgery. *Br J Cancer* 2012 ; 107 : 931-6.

Lin J, Wu H, Tarr PT, *et al.* Transcriptional co-activator PGC-1 alpha drives the formation of slow-twitch muscle fibres. *Nature* 2002 ; 418 : 797-801.

Lira FS, Yamashita AS, Rosa JC, *et al.* Hypothalamic inflammation is reversed by endurance training in anorectic-cachectic rats. *Nutr Metab (Lond)* 2011 ; 8 : 60.

Little JP, Gillen JB, Percival ME, *et al.* Low-volume high-intensity interval training reduces hyperglycemia and increases muscle mitochondrial capacity in patients with type 2 diabetes. *J Appl Physiol* (1985) 2011 ; 111 : 1554-60.

Liu CM, Yang Z, Liu CW, *et al.* Effect of RNA oligonucleotide targeting Foxo-1 on muscle growth in normal and cancer cachexia mice. *Cancer Gene Ther* 2007 ; 14 : 945-52.

Liu CM, Yang Z, Liu CW, *et al.* Myostatin antisense RNA-mediated muscle growth in normal and cancer cachexia mice. *Gene Ther* 2008 ; 15 : 155-60.

Llovera M, Garcia-Martinez C, Agell N, *et al.* Ubiquitin gene expression is increased in skeletal muscle of tumour-bearing rats. *FEBS Lett* 1994 ; 338 : 311-8.

Loumaye A, De Barys M, Nachit M, *et al.* Role of activin A and myostatin in human cancer cachexia. *J Clin Endocrinol Metab* 2015 ; 100 : 2030-8.

Macdonald AJ, Johns N, Stephens N, *et al.* Habitual myofibrillar protein synthesis is normal in patients with upper GI cancer cachexia. *Clin Cancer Res* 2015 ; 21 : 1734-40.

Mancini DM, Coyle E, Coggan A, *et al.* Contribution of intrinsic skeletal muscle changes to ³¹P NMR skeletal muscle metabolic abnormalities in patients with chronic heart failure. *Circulation* 1989 ; 80 : 1338-46.

Mancini DM, Walter G, Reichek N, *et al.* Contribution of skeletal muscle atrophy to exercise intolerance and altered muscle metabolism in heart failure. *Circulation* 1992 ; 85 : 1364-73.

Marquis K, Debigare R, Lacasse Y, *et al.* Midthigh muscle cross-sectional area is a better predictor of mortality than body mass index in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2002 ; 166 : 809-13.

Martin L, Birdsell L, Macdonald N, *et al.* Cancer cachexia in the age of obesity: skeletal muscle depletion is a powerful prognostic factor, independent of body mass index. *J Clin Oncol* 2013 ; 31 : 1539-47.

Mccarthy B, Casey D, Devane D, *et al.* Pulmonary rehabilitation for chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst Rev* 2015 ; 2 : CD003793.

Mcpherron AC, Lawler AM, Lee SJ. Regulation of skeletal muscle mass in mice by a new TGF-beta superfamily member. *Nature* 1997 ; 387 : 83-90.

Meyer K, Schwaibold M, Westbrook S, *et al.* Effects of short-term exercise training and activity restriction on functional capacity in patients with severe chronic congestive heart failure. *Am J Cardiol* 1996 ; 78 : 1017-22.

Morley JE, Thomas DR, Wilson MM. Cachexia : pathophysiology and clinical relevance. *Am J Clin Nutr* 2006 ; 83 : 735-43.

Moro C, Lafontan M. Natriuretic peptides and cGMP signaling control of energy homeostasis. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2013 ; 304 : H358-68.

Moro C, Pesarica M, Elkind-Hirsch K, *et al.* Aerobic exercise training improves atrial natriuretic peptide and catecholamine-mediated lipolysis in obese women with polycystic ovary syndrome. *J Clin Endocrinol Metab* 2009 ; 94 : 2579-86.

Moro C, Pillard F, De Glisezinski I, *et al.* Training enhances ANP lipid-mobilizing action in adipose tissue of overweight men. *Med Sci Sports Exerc* 2005 ; 37 : 1126-32.

Muscaritoli M, Anker SD, Argiles J, *et al.* Consensus definition of sarcopenia, cachexia and pre-cachexia: joint document elaborated by Special interest groups (SIG) "cachexia-anorexia in chronic wasting diseases" and "nutrition in geriatrics". *Clin Nutr* 2010 ; 29 : 154-9.

Muscaritoli M, Lucia S, Molfino A, *et al.* Muscle atrophy in aging and chronic diseases: is it sarcopenia or cachexia ? *Intern Emerg Med* 2013 ; 8 : 553-60.

Narumi T, Watanabe T, Kadowaki S, *et al.* Sarcopenia evaluated by fat-free mass index is an important prognostic factor in patients with chronic heart failure. *Eur J Intern Med* 2015 ; 26 : 118-22.

Nilsson BM, Forslund AH, Olsson RM, *et al.* Differences in resting energy expenditure and body composition between patients with schizophrenia and healthy controls. *Acta Psychiatr Scand* 2006 ; 114 : 27-35.

Nussbaumer-Ochsner Y, Rabe KF. Systemic manifestations of COPD. *Chest* 2011 ; 139 : 165-73.

Op Den Kamp CM, Langen RC, Snepvangers FJ, *et al.* Nuclear transcription factor kappa B activation and protein turnover adaptations in skeletal muscle of patients with progressive stages of lung cancer cachexia. *Am J Clin Nutr* 2013 ; 98 : 738-48.

Palsgaard J, Brons C, Friedrichsen M, *et al.* Gene expression in skeletal muscle biopsies from people with type 2 diabetes and relatives: differential regulation of insulin signaling pathways. *PLoS One* 2009 ; 4 : e6575.

Park SW, Goodpaster BH, Strotmeyer ES, *et al.* Accelerated loss of skeletal muscle strength in older adults with type 2 diabetes: the health, aging, and body composition study. *Diabetes Care* 2007 ; 30 : 1507-12.

Pedersen BK, Febbraio MA. Muscles, exercise and obesity: skeletal muscle as a secretory organ. *Nat Rev Endocrinol* 2012 ; 8 : 457-65.

Pedersen BK, Saltin B. Evidence for prescribing exercise as therapy in chronic disease. *Scand J Med Sci Sports* 2006 ; 16 (suppl 1) : 3-63.

Pedersen BK, Saltin B. Exercise as medicine – evidence for prescribing exercise as therapy in 26 different chronic diseases. *Scand J Med Sci Sports* 2015 ; 25 (suppl 3) : 1-72.

Pehmoller C, Brandt N, Birk JB, *et al.* Exercise alleviates lipid-induced insulin resistance in human skeletal muscle-signaling interaction at the level of TBC1 domain family member 4. *Diabetes* 2012 ; 61 : 2743-52.

Penna F, Costamagna D, Pin F, *et al.* Autophagic degradation contributes to muscle wasting in cancer cachexia. *Am J Pathol* 2013 ; 182 : 1367-78.

Pereira S, Marliss EB, Morais JA, *et al.* Insulin resistance of protein metabolism in type 2 diabetes. *Diabetes* 2008 ; 57 : 56-63.

Petersen AM, Mittendorfer B, Magkos F, *et al.* Physical activity counteracts increased whole-body protein breakdown in chronic obstructive pulmonary disease patients. *Scand J Med Sci Sports* 2008 ; 18 : 557-64.

Plant PJ, Brooks D, Faughnan M, *et al.* Cellular markers of muscle atrophy in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Cell Mol Biol* 2010 ; 42 : 461-71.

Polak J, Moro C, Klimcakova E, *et al.* Dynamic strength training improves insulin sensitivity and functional balance between adrenergic alpha 2A and beta pathways in subcutaneous adipose tissue of obese subjects. *Diabetologia* 2005 ; 48 : 2631-40.

Porporato PE. Understanding cachexia as a cancer metabolism syndrome. *Oncogenesis* 2016 ; 5 : e200.

Potvin S, Stip E, Sepehry AA, *et al.* Inflammatory cytokine alterations in schizophrenia: a systematic quantitative review. *Biol Psychiatry* 2008 ; 63 : 801-8.

Powers SK, Smuder AJ, Judge AR. Oxidative stress and disuse muscle atrophy: cause or consequence? *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2012 ; 15 : 240-5.

Prado CM, Baracos VE, Mccargar LJ, *et al.* Sarcopenia as a determinant of chemotherapy toxicity and time to tumor progression in metastatic breast cancer patients receiving capecitabine treatment. *Clin Cancer Res* 2009 ; 15 : 2920-6.

Prado CM, Lieffers JR, Mccargar LJ, *et al.* Prevalence and clinical implications of sarcopenic obesity in patients with solid tumours of the respiratory and gastrointestinal tracts: a population-based study. *Lancet Oncol* 2008 ; 9 : 629-35.

Puig-Vilanova E, Rodriguez DA, Lloreta J, *et al.* Oxidative stress, redox signaling pathways, and autophagy in cachectic muscles of male patients with advanced COPD and lung cancer. *Free Radic Biol Med* 2015 ; 79 : 91-108.

Radovanovic S, Savic-Radojevic A, Pljesa-Ercegovic M, *et al.* Markers of oxidative damage and antioxidant enzyme activities as predictors of morbidity and mortality in patients with chronic heart failure. *J Card Fail* 2012 ; 18 : 493-501.

Rantanen T, Harris T, Leveille SG, *et al.* Muscle strength and body mass index as long-term predictors of mortality in initially healthy men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2000 ; 55 : M168-73.

Rao RR, Long JZ, White JP, *et al.* Meteorin-like is a hormone that regulates immune-adipose interactions to increase beige fat thermogenesis. *Cell* 2014 ; 157 : 1279-91.

Remels AH, Gosker HR, Langen RC, *et al.* The mechanisms of cachexia underlying muscle dysfunction in COPD. *J Appl Physiol* (1985) 2013 ; 114 : 1253-62.

Rhoads MG, Kandarian SC, Pacelli F, *et al.* Expression of NF-kappaB and IkappaB proteins in skeletal muscle of gastric cancer patients. *Eur J Cancer* 2010 ; 46 : 191-7.

Richterova B, Stich V, Moro C, *et al.* Effect of endurance training on adrenergic control of lipolysis in adipose tissue of obese women. *J Clin Endocrinol Metab* 2004 ; 89 : 1325-31.

Riviere D, Crampes F, Beauville M, *et al.* Lipolytic response of fat cells to catecholamines in sedentary and exercise-trained women. *J Appl Physiol* (1985) 1989 ; 66 : 330-5.

Roberts LD, Bostrom P, O'sullivan JF, *et al.* Beta-aminoisobutyric acid induces browning of white fat and hepatic beta-oxidation and is inversely correlated with cardiometabolic risk factors. *Cell Metab* 2014 ; 19 : 96-108.

Roig E, Perez-Villa F, Morales M, *et al.* Clinical implications of increased plasma angiotensin II despite ACE inhibitor therapy in patients with congestive heart failure. *Eur Heart J* 2000 ; 21 : 53-7.

Rolland Y, Abellan Van Kan G, Gillette-Guyonnet S, *et al.* Cachexia versus sarcopenia. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2011 ; 14 : 15-21.

Rom O, Reznick AZ. The role of E3 ubiquitin-ligases MuRF-1 and MAFbx in loss of skeletal muscle mass. *Free Radic Biol Med* 2016 ; 98 : 218-30.

Rosenberg I. Summary comments: epidemiological and methodological problems in determining nutritional status of older persons. *Am J Clin Nutr* 1989 ; 50 : 1231-3.

Ryan AS, Buscemi A, Forrester L, *et al.* Atrophy and intramuscular fat in specific muscles of the thigh: associated weakness and hyperinsulinemia in stroke survivors. *Neurorehabil Neural Repair* 2011 ; 25 : 865-72.

Ryan AS, Dobrovolsky CL, Silver KH, *et al.* Cardiovascular fitness after stroke: role of muscle mass and gait deficit severity. *J Stroke Cerebrovasc Dis* 2000 ; 9 : 185-91.

Ryan AS, Dobrovolny CL, Smith GV, *et al.* Hemiparetic muscle atrophy and increased intramuscular fat in stroke patients. *Arch Phys Med Rehabil* 2002 ; 83 : 1703-7.

Saarni SE, Saarni SI, Fogelholm M, *et al.* Body composition in psychotic disorders: a general population survey. *Psychol Med* 2009 ; 39 : 801-10.

Samuel VT, Shulman GI. Mechanisms for insulin resistance: common threads and missing links. *Cell* 2012 ; 148 : 852-71.

Sandri M, Sandri C, Gilbert A, *et al.* Foxo transcription factors induce the atrophy-related ubiquitin ligase atrogin-1 and cause skeletal muscle atrophy. *Cell* 2004 ; 117 : 399-412.

Sayer AA, Dennison EM, Syddall HE, *et al.* Type 2 diabetes, muscle strength, and impaired physical function: the tip of the iceberg ? *Diabetes Care* 2005 ; 28 : 2541-2.

Schmitt TL, Martignoni ME, Bachmann J, *et al.* Activity of the Akt-dependent anabolic and catabolic pathways in muscle and liver samples in cancer-related cachexia. *J Mol Med* 2007 ; 85 : 647-54.

Schutz Y, Kyle UU, Pichard C. Fat-free mass index and fat mass index percentiles in Caucasians aged 18-98 y. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2002 ; 26 : 953-60.

Seip RL, Angelopoulos TJ, Semenkovich CF. Exercise induces human lipoprotein lipase gene expression in skeletal muscle but not adipose tissue. *Am J Physiol* 1995 ; 268 : E229-36.

Silva RA, Vieira RP, Duarte AC, *et al.* Aerobic training reverses airway inflammation and remodelling in an asthma murine model. *Eur Respir J* 2010 ; 35 : 994-1002.

Sjoblom B, Gronberg BH, Benth JS, *et al.* Low muscle mass is associated with chemotherapy-induced haematological toxicity in advanced non-small cell lung cancer. *Lung Cancer* 2015 ; 90 : 85-91.

Song YH, Li Y, Du J, *et al.* Muscle-specific expression of IGF-1 blocks angiotensin II-induced skeletal muscle wasting. *J Clin Invest* 2005 ; 115 : 451-8.

Sparks LM, Johannsen NM, Church TS, *et al.* Nine months of combined training improves ex vivo skeletal muscle metabolism in individuals with type 2 diabetes. *J Clin Endocrinol Metab* 2013 ; 98 : 1694-702.

Springer J, Schust S, Peske K, *et al.* Catabolic signaling and muscle wasting after acute ischemic stroke in mice : indication for a stroke-specific sarcopenia. *Stroke* 2014 ; 45 : 3675-83.

Stene GB, Helbostad JL, Balstad TR, *et al.* Effect of physical exercise on muscle mass and strength in cancer patients during treatment: a systematic review. *Critical Rev Oncol Hematol* 2013 ; 88 : 573-93.

Sugawara N, Yasui-Furukori N, Tsuchimine S, *et al.* Body composition in patients with schizophrenia: Comparison with healthy controls. *Ann Gen Psychiatry* 2012 ; 11 : 11.

Sunnerhagen KS, Svantesson U, Lonn L, *et al.* Upper motor neuron lesions: their effect on muscle performance and appearance in stroke patients with minor motor impairment. *Arch Phys Med Rehabil* 1999 ; 80 : 155-61.

Swallow EB, Reyes D, Hopkinson NS, *et al.* Quadriceps strength predicts mortality in patients with moderate to severe chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* 2007 ; 62 : 115-20.

Sylow L, Kleinert M, Pehmoller C, *et al.* Akt and Rac1 signaling are jointly required for insulin-stimulated glucose uptake in skeletal muscle and downregulated in insulin resistance. *Cell Signal* 2014 ; 26 : 323-31.

Tantiwong P, Shanmugasundaram K, Monroy A, *et al.* NF-kappaB activity in muscle from obese and type 2 diabetic subjects under basal and exercise-stimulated conditions. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2010 ; 299 : E794-801.

Teixeira-Salmela LF, Olney SJ, Nadeau S, *et al.* Muscle strengthening and physical conditioning to reduce impairment and disability in chronic stroke survivors. *Arch Phys Med Rehabil* 1999 ; 80 : 1211-8.

Tisdale MJ. Mechanisms of cancer cachexia. *Physiol Rev* 2009 ; 89 : 381-410.

Tisdale MJ. Reversing cachexia. *Cell* 2010 ; 142 : 511-2.

Toffola ED, Sparpaglione D, Pistorio A, *et al.* Myoelectric manifestations of muscle changes in stroke patients. *Arch Phys Med Rehabil* 2001 ; 82 : 661-5.

Tsang HW, Fung KM. A review on neurobiological and psychological mechanisms underlying the anti-depressive effect of qigong exercise. *J Health Psychol* 2008 ; 13 : 857-63.

Tuomilehto J, Lindstrom J, Eriksson JG, *et al.* Prevention of type 2 diabetes mellitus by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance. *N Engl J Med* 2001 ; 344 : 1343-50.

Vogiatzis I, Simoes DC, Stratakos G, *et al.* Effect of pulmonary rehabilitation on muscle remodelling in cachectic patients with COPD. *Eur Respir J* 2010 ; 36 : 301-10.

Volaklis KA, Halle M, Meisinger C. Muscular strength as a strong predictor of mortality: a narrative review. *Eur J Intern Med* 2015 ; 26 : 303-10.

Von Walden F, Jakobsson F, Edstrom L, *et al.* Altered autophagy gene expression and persistent atrophy suggest impaired remodeling in chronic hemiplegic human skeletal muscle. *Muscle Nerve* 2012 ; 46 : 785-92.

White JP, Baynes JW, Welle SL, *et al.* The regulation of skeletal muscle protein turnover during the progression of cancer cachexia in the Apc(Min/+) mouse. *PLoS One* 2011 ; 6 : e24650.

Williams JP, Phillips BE, Smith K, *et al.* Effect of tumor burden and subsequent surgical resection on skeletal muscle mass and protein turnover in colorectal cancer patients. *Am J Clin Nutr* 2012 ; 96 : 1064-70.

Wilson JM, Marin PJ, Rhea MR, *et al.* Concurrent training: a meta-analysis examining interference of aerobic and resistance exercises. *J Strength Cond Res* 2012 ; 26 : 2293-307.

Wrann CD, White JP, Salogiannis J, *et al.* Exercise induces hippocampal BDNF through a PGC-1alpha/FNDC5 pathway. *Cell Metab* 2013 ; 18 : 649-59.

Yoshida T, Semprun-Prieto L, Sukhanov S, *et al.* IGF-1 prevents ANG II-induced skeletal muscle atrophy via Akt- and Foxo-dependent inhibition of the ubiquitin ligase atrogin-1 expression. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2010 ; 298 : H1565-70.

II

Approches par pathologies

7

Notions préalables

Avant d'aborder les chapitres par pathologies concernant le traitement et la prévention des pathologies chroniques par l'activité physique, il nous a paru nécessaire de rappeler l'importance de l'évaluation de la capacité aérobie en clinique, marqueur majeur validé de l'espérance de vie en particulier dans les maladies chroniques, de définir et discuter les notions d'inactivité physique et de sédentarité, d'exercice, d'entraînement et surtout celle d'intensité de l'activité physique très délicate à appréhender. Enfin, il nous a paru important de définir la notion de « fardeau » que représente le traitement pour le patient, en particulier en regard de l'accroissement des maladies chroniques et de la multimorbidité.

Notion de capacité aérobie

La vie humaine ne se conçoit pas sans consommation d'oxygène. Celle-ci permet l'apport d'énergie toujours finement adaptée aux besoins de l'organisme. La capacité aérobie (souvent dénommée capacité cardiorespiratoire) est définie comme la capacité maximale des systèmes ventilatoire à prélever l'oxygène ambiant puis circulatoire à transporter le sang riche en hémoglobine chargée d'oxygène jusqu'aux muscles squelettiques responsables des mouvements (Booth et coll., 2012). Cette capacité aérobie reflète bien la capacité physique générale d'un sujet dont elle n'est qu'une composante (Booth et coll., 2012 ; Ross et coll., 2016 ; Addoh et coll., 2017).

L'évaluation objective de la capacité aérobie est relativement simple et bien reproductible (Ross et coll., 2016). La méthode « *gold standard* » est la méthode directe de calcul de la consommation maximale d'oxygène par analyse des échanges gazeux à l'effort. Cette méthode reste cependant chronophage et coûteuse. Il est possible d'estimer avec une précision moindre mais acceptable la capacité aérobie d'un sujet par d'autres méthodes validées, soit à partir de la puissance maximale développée lors d'un exercice sans analyse des échanges gazeux, soit à partir d'épreuves sous maximales (Ross et coll., 2016).

Cette capacité aérobie est fixée génétiquement pour environ 50 % et est modifiable pour les 50 % restant (Booth et coll., 2012 ; Ross et coll., 2016). Ainsi elle diminue lentement inexorablement, année après année, avec le vieillissement ou plus rapidement et à tout âge en cas de mode de vie inactif et/ou sédentaire (Booth et coll., 2012 ; Santos et coll., 2014). À l'inverse, la capacité aérobie peut augmenter à tout âge en cas de pratique régulière d'une activité physique (Booth et coll., 2012).

De nombreuses études réalisées dans les 10 dernières années (voir pour revue Ross et coll., 2016) ont montré que la capacité aérobie était un marqueur d'espérance de vie très puissant indépendant de l'âge, du sexe, de l'origine ethnique, des facteurs de risque cardiovasculaires classiques et des pathologies associées. Un niveau élevé de capacité aérobie est associé à un risque moindre de développer une maladie chronique. Pour repère, une capacité aérobie inférieure à 5 METs⁸⁷ (1 MET = 3,5 ml O₂/min.kg) chez l'adulte est associée à un risque élevé de mortalité alors qu'au contraire un niveau de capacité aérobie supérieur à 8-10 METs est associé à une espérance de vie accrue (Ross et coll., 2016).

Des études longitudinales ont aussi montré qu'une amélioration de la capacité aérobie chez des adultes est associée à une baisse des risques de maladies cardiovasculaires et de la mortalité toutes causes. À l'inverse, une baisse de la capacité aérobie était associée à un risque accru de décès cardiovasculaire indépendant de l'augmentation de facteurs de risque comme l'indice de masse corporelle (voir pour revue Ross et coll., 2016). Il a ainsi été estimé qu'une amélioration de 1 MET était associée à une diminution du risque de mortalité de 19 % (Kokkinos et coll., 2010). De même une amélioration de la capacité aérobie avant une intervention chirurgicale diminue le risque opératoire et améliore la récupération post chirurgicale (Ross et coll., 2016).

Toutes les activités physiques régulières induisant des contractions rythmiques de masses musculaires importantes améliorent la capacité aérobie. Même s'il existe une relation dose-réponse entre la quantité d'activité physique et l'augmentation de la capacité aérobie, il est prouvé qu'une activité physique régulière modérée l'améliore significativement (≥ 1 MET). De plus, toutes les études montrent que ce sont les sujets qui ont la capacité aérobie la plus faible qui bénéficient le plus d'une amélioration de ce paramètre par la pratique d'une activité physique régulière. Ainsi une meilleure santé peut être obtenue avec une augmentation modeste de la pratique d'une activité physique (Ross et coll., 2016). Ce message est donc particulièrement encourageant pour les patients porteurs de maladie chronique.

Il a ainsi été récemment recommandé de mesurer la capacité aérobie lors des visites cliniques de routine, au moins chez les sujets à haut risque cardiovasculaire et les patients porteurs de maladies chroniques (Ross et coll., 2016). Cette évaluation interviendra dans l'estimation du risque du patient et guidera aussi le programme d'activité physique adaptée à lui prescrire.

Notions d'inactivité physique et de sédentarité

Les termes inactivité physique et sédentarité ne sont pas synonymes contrairement à leur usage courant, en particulier dans les travaux scientifiques réalisés dans le domaine de l'activité physique. Il a donc été récemment recommandé d'utiliser une définition pour chacun de ces termes (Réseau de recherche sur le comportement sédentaire, 2012). L'inactivité physique correspond à un niveau de pratique, journalier ou hebdomadaire d'activité physique modérée ou élevée, inférieur au niveau recommandé en particulier par l'OMS. La sédentarité, ou un comportement sédentaire, correspond à l'ensemble des activités physiques de très faible dépense énergétique (< 1,6 MET). Elle est souvent chiffrée en temps journalier moyen (sur une semaine) passé assis.

Les résultats de plusieurs études récentes suggèrent mais sans le prouver formellement que l'inactivité physique et la sédentarité ont des effets délétères indépendants sur la santé (Anses, 2016 ; Young et coll., 2016, Van der Ploeg et coll., 2017). Ainsi un comportement sédentaire pourrait contribuer à une augmentation des mortalités cardiovasculaires et de toutes causes (Anses, 2016 ; Young et coll., 2016). La proposition de promouvoir le conseil « Restez moins assis, bougez plus » (Young et coll., 2016) paraît justifiée. Dans le cadre de la sédentarité outre le temps global passé assis, l'effet délétère sur les paramètres métaboliques (glycémie) du maintien de positions assises prolongées (> 2-3 heures) est démontré (Dempsey et coll., 2017). Ainsi, il serait justifié de différencier les sujets sédentaires-inactifs, sédentaires-actifs, non sédentaires-inactifs et non sédentaires-actifs. Dans le cadre de cette expertise, nous avons choisi de nous intéresser essentiellement aux méfaits de l'inactivité physique et aux effets des programmes d'activité physique dans le cadre de la prévention et du traitement des pathologies chroniques. En effet, les études sur les effets de la prévention des comportements sédentaires en prévention secondaire et tertiaire dans les pathologies chroniques restent très rares. Il serait bien sûr intéressant de comparer les effets de programmes d'activités physiques et des interventions pour réduire la sédentarité (ou réduire les temps de positions assises prolongées) chez des patients atteints de maladies chroniques, mais à notre connaissance, une seule publication

parue en 2017 (Duvivier et coll., 2017) l'a étudié chez des patients atteints de diabète de type 2.

Notions d'exercice et d'entraînement

L'exercice physique définit un ensemble de mouvements corporels planifiés pour améliorer la condition physique, la santé et le bien-être. L'entraînement définit un ensemble d'exercices répétés dans le but d'entretenir ou améliorer une performance. Chaque session d'exercice induit des adaptations biologiques notamment au niveau du muscle squelettique, qui lorsqu'elles sont répétées, modifient de manière persistante le phénotype musculaire (Egan et Zierath, 2013). Nous décrivons les principales adaptations de l'entraînement dans le paragraphe suivant. De manière générale, on distingue les exercices de type aérobie (marche active, vélo, course à pied...) et les exercices de type résistance (musclature). Ces types d'exercice conduisent à des adaptations musculaires bien distinctes. L'entraînement aérobie augmente la capacité maximale aérobie ou consommation maximale d'oxygène, ainsi que l'endurance et la résistance du muscle à la fatigue. Les exercices de résistance, quant à eux, conduisent à une augmentation de la masse et de la force musculaire (Wilson et coll., 2012). Ceci implique qu'une combinaison d'exercices aérobies et de résistance conduise à des adaptations sub-optimales (Hawley et coll., 2014). Ce phénomène d'interférence entre les deux types d'exercice implique que les exercices aérobies atténuent l'hypertrophie et l'augmentation de force musculaire induite par les exercices de résistance (Wilson et coll., 2012). À côté des exercices aérobies et de résistance, il existe des exercices dits neuromoteurs qui impliquent équilibre, agilité et coordination, et du corps et de l'esprit comme les développent par exemple le yoga, le tai chi et le qi gong. On peut aussi combiner ces différents types d'exercices. En fonction des caractéristiques de l'exercice en termes de durée et d'intensité, on peut définir différents types d'entraînement (tableau 7.I).

Notion sur l'intensité/difficulté de l'activité physique

Derrière le terme « intensité de l'activité physique » apparemment anodin et évident se cache en fait une véritable complexité. En effet, les méthodes utilisées pour en définir les différents stades⁸⁸ (légère, modérée, intense...) sont d'une variabilité extrême pour des raisons méthodologiques mais

88. Les termes les plus utilisés pour les trois catégories sont activité légère ou faible, activité modérée, activité intense ou élevée ou forte ou soutenue.

Tableau 7.1 : Exemples de types d'entraînement en fonction de la nature des exercices physiques

Types d'entraînement	Caractéristiques (durée, intensité, volume)
Endurance (aérobie)	30-60 min/session 40-70 % $\dot{V}O_2$ max 3-5 fois/semaine
Résistance (force)	10-15 répétitions à 60-70 % du 1-RM 1-5 séries 3 min de récupération 3 fois/semaine
Par intervalles de haute intensité	Charge de travail > 85 % FCmax 10 répétitions de 60 s 1 min de récupération 3 fois/semaine
Par intervalles de sprint	Charge de travail > $\dot{V}O_2$ max 175 % de la Puissance Maximale Aérobie 4-6 répétitions de 30 s 4,5 min de récupération 3 fois/semaine
Neuromoteurs	Tai Chi Yoga Qi gong

FCmax : fréquence cardiaque maximale ; 1-RM : une répétition maximale ; $\dot{V}O_2$ max : consommation maximale d'oxygène.

également conceptuelles. À titre d'exemple et de façon non exhaustive, voici quelques approches souvent trouvées dans la littérature :

- la consommation d'oxygène (ou $\dot{V}O_2$) mesurée au moyen d'analyseurs de gaz et ramenée à sa valeur maximale ($\dot{V}O_2$ max). Les repères dépendent des auteurs, mais globalement une intensité légère est caractéristique d'un exercice qui impose une consommation d'oxygène inférieure à 45 % de $\dot{V}O_2$ max, une intensité sera modérée entre 45 et 60 % de $\dot{V}O_2$ max et intense au-delà. Très précise, cette méthode est toutefois peu utilisable sur le terrain sans appareillage coûteux. Une de ses variantes est l'usage d'un % de la fréquence cardiaque de réserve (delta entre FC de repos et FC maximale) qui présente l'avantage d'être plus simplement utilisable sur le terrain, mais dont la précision n'est en rien comparable à celle de $\dot{V}O_2$ max ;
- la fréquence cardiaque (FC) exprimée en % de sa valeur maximale théorique (FC_{max}). Là encore cette méthode est simple d'utilisation, mais très imprécise. Selon cette méthode, un effort sera léger si la FC atteinte est inférieure à 50 % de FC_{max} , modéré entre 50 et 70 % de FC_{max} , et intense au-delà ;
- l'équivalent métabolique ou MET (*Metabolic Equivalent of Task*) : il consiste à déterminer l'intensité de l'effort au regard d'un facteur multiplicatif de la dépense énergétique de repos (le MET). Une activité physique sera qualifiée de légère si l'intensité est inférieure à 3 MET, de modérée entre 3 et 6 MET et élevée au-delà de 6 MET. Elle est d'une interprétation assez

évidente : plus les MET sont élevés plus l'effort est intense. Toutefois, cette expression n'étant construite que sur un multiple de la dépense énergétique de repos, elle ne peut tenir compte des capacités maximales d'exercice. Ainsi, pour un nombre de MET donné, la difficulté relative (donc ressentie) d'une activité physique peut être très différente selon les sujets. C'est donc un index d'intensité absolue. Il présente donc l'inconvénient chez les patients de ne pas pouvoir prendre en compte leurs limitations à l'exercice ; ainsi un effort de 3 MET catégorisé comme modéré peut être proche d'un effort maximal chez une personne ayant une limitation sévère à l'exercice. Pour elle, subjectivement, cet effort sera vécu comme particulièrement intense ;

- l'estimation relative au moyen d'une échelle subjective en 10 points. 0 représente l'absence d'effort (position assise) et 10 la plus haute intensité imaginable par un sujet. Un effort sera qualifié de léger en dessous de 5, modéré entre 5 et 6, et intense entre 7 et 8. L'intérêt de ces échelles est de tenir compte du fait que pour réaliser une activité de même intensité absolue, l'effort requis pour une personne ayant une aptitude physique faible sera plus important que pour une personne plus entraînée ;

- la classification de Saltin et Grimby (1968), réalisée à partir d'un questionnaire. Selon cette méthode, une activité physique peut être faible (moins de 2 heures par semaine d'activité physique légère comme marche ou vélo), modérée (entre 2 et 4 heures par semaine d'activité physique légère) ou élevée (plus de 4 heures d'activité physique légère par semaine ou entre 2 et 4 heures par semaine d'activité physique plus intense et/ou pratique compétitive d'un sport). Il est immédiatement perceptible que cette méthode présente des grades d'intensités qui sont en fait une combinaison entre des durées et/ou des intensités. Ainsi, le passage d'une activité physique faible ou modérée est paradoxalement lié au volume et non à l'intensité ;

- l'estimation de la pénibilité ressentie au moyen d'une échelle de pénibilité subjective de l'effort. Il existe de nombreuses échelles différentes comme les échelles de Borg (les plus connues étant la RPE et la CR10) ou des échelles visuelles analogiques. Nelson et coll. (2007) ont également proposé un usage simple mais efficace d'une échelle subjective en 10 points. 0 représente l'absence d'effort (position assise) et 10 la plus haute intensité imaginable par un sujet. Un effort sera qualifié de léger en dessous de 5, modéré entre 5 et 6, et intense entre 7 et 8. L'intérêt de cette échelle est de tenir compte du fait que pour réaliser une activité de même intensité absolue, l'effort requis pour une personne ayant une aptitude physique faible sera plus important que pour une personne plus entraînée. Ces échelles sont probablement les plus simples et les plus pertinentes à utiliser dans une pratique clinique.

Il apparaît ainsi clairement que les réalités physiques associées aux termes « léger », « modéré » ou « intense » ne peuvent en aucun cas être strictement superposables, à la fois pour des raisons de méthodes de mesures, mais également d'angle d'approche (méthodes absolues *versus* relatives). Ce constat appelle 2 remarques majeures :

- tout usage d'une intensité d'exercice issue de la littérature scientifique impose d'être replacé dans le cadre de la méthode qui a été utilisée par son auteur ;
- une définition plus clinique, plus pratique de l'intensité d'une activité physique est donc une nécessité pour être accessible à des non spécialistes. C'est ce type d'approche qui a été notamment utilisé par l'Anses dans son rapport de 2016 (tableau 7.II). Il faut toutefois être conscient que le passage d'une colonne à l'autre sur une même ligne n'a rien d'équivalent comme voudrait le laisser croire ce tableau. En effet, chez des patients atteints de pathologie chronique, les mesures objectives d'intensité ($\dot{V}O_2$, FC, MET...) n'ont que peu de chance de correspondre aux intensités subjectives (un effort objectivement peu intense pourra être perçu subjectivement comme extrême). C'est le principe même de la limitation de la tolérance à l'effort qui s'exprime ici. En tout état de cause, il faudra que le clinicien se focalise sur les mesures subjectives, tout en restant conscient de leurs déconnexions probables des dépenses énergétiques réelles.

Notion de fardeau du traitement

Les patients souffrant d'une, et a fortiori de plusieurs, maladies chroniques sont confrontés à une charge de soins élevée. Pour chacune de leurs maladies, ils ont des traitements et/ou des suivis spécifiques, des changements d'habitudes de vie à mettre en œuvre ou des démarches administratives supplémentaires. De fait, en plus du fardeau de la maladie, les patients souffrent aussi d'un fardeau lié au traitement (Tran et coll., 2016). Ce fardeau est défini comme l'impact de la prise en charge médicale sur la qualité de vie d'un patient (May et coll., 2009 ; Tran et coll., 2015). Pour certains auteurs, les effets secondaires du traitement font aussi partie du fardeau du traitement (Sav et coll., 2015). L'activité physique, les exercices ou encore les recommandations à adopter un mode de vie moins sédentaire n'échappent pas à ces difficultés liées au traitement et représentent un fardeau pour de nombreux patients atteints de maladies chroniques.

Le fardeau du traitement par l'activité physique ou les exercices est souvent évoqué dans les termes suivants : les exercices provoquent des douleurs, de

Tableau 7.II : Classification des activités physiques en fonction de leurs intensités et de l'évaluation subjective de leur tolérance (Anses, 2016)

Intensité	Mesures objectives	Mesures subjectives	Exemples
Sédentaire	< 1,6 MET < 40 % FC _{max} < 20 % $\dot{V}O_{2max}$	pas d'essoufflement pas de transpiration pénibilité de l'effort < 2*	regarder la télévision lire, écrire, travail de bureau (position assise)
Faible	1,6 à 3 METs 40 à 55 % FC _{max} 20 à 40 % $\dot{V}O_{2max}$	pas d'essoufflement pas de transpiration pénibilité : 3 à 4	marcher (< 4 km/h)** promener son chien conduire (voiture) s'habiller, manger, déplacer de petits objets activités manuelles ou lecture (debout)
Modérée	3 à < 6 METs 55 à 70 % FC _{max} 40 à 60 % $\dot{V}O_{2max}$	essoufflement modéré conversation possible transpiration modérée pénibilité : 5 à 6 peut être maintenu 30 à 60 min*	marche (4 à 6,5 km/h)**, course à pied (< 8 km/h)** , vélo (15 km/h)** monter les escaliers (vitesse faible) nager (loisirs), jouer au tennis
Élevée	6 à < 9 METs 70 à 90 % FC _{max} 60 à 85 % $\dot{V}O_{2max}$	essoufflement important conversation difficile transpiration abondante pénibilité : 7 à 8 ne peut être maintenu plus de 30 min**	marche (> 6,5 km/h ou en pente)** , course à pied (8 à 9 km/h)** , vélo (20 km/h)** monter rapidement les escaliers déplacer des charges lourdes déplacer de petits objets
Très élevée	≥ 9 METs < 90 % FC _{max} < 85 % $\dot{V}O_{2max}$	essoufflement très important conversation impossible transpiration très abondante pénibilité > 8 ne peut être maintenu plus de 10 min**	course à pied (9 à 28 km/h)** cyclisme (> 25 km/h)**

* Sur une échelle de 0 à 10 (OMS). ** Ces repères sont donnés à titre d'exemples, pour un adulte d'âge moyen, de condition physique moyenne.

la fatigue, ils sont ennuyeux, trop difficiles, chronophages, ils rappellent aux patients qu'ils sont malades, ils sont trop ou pas assez intensifs, ils ne sont pas efficaces et les patients manquent de soutien et de motivation pour les réaliser (Martin et coll., 2017). Le fardeau que représente le traitement pour le patient a trois conséquences principales. La première porte sur les répercussions sociales, familiales et professionnelles du traitement puisque les patients doivent souvent revoir leurs habitudes de vie. La seconde représente l'inobservance directement liée au fardeau du traitement. Elle est souvent intentionnelle lorsque les traitements sont trop compliqués ou lorsque les patients ne sont pas convaincus de leur utilité (Sidorkiewicz et coll., 2016). La troisième est la diminution de l'efficacité du traitement.

S'il est impossible de supprimer le fardeau lié au traitement, il existe des pistes pour l'alléger et proposer une médecine moins intrusive (May et coll.,

2009). L'évaluation des capacités, préférences, motivations, attentes et objectifs du patient est un préalable indispensable à la prescription d'activité physique ou d'exercices. Elle permet de fixer des objectifs médicaux qui ne soient pas irréalistes pour le patient et qui soient plus en adéquation avec ses objectifs. Afin de mettre en œuvre des stratégies préventives visant à alléger le fardeau du traitement, il est également essentiel d'anticiper celui-ci, par une évaluation, aussi précise que possible, de l'expérience personnelle (douleur, raideur, fatigue, bénéfices perçus des exercices), de la présence de leviers et de barrières internes à l'activité physique et aux exercices (motivation, personnalité, image de soi, attitude par rapport à la santé, attitude par rapport à l'activité physique, histoire personnelle par rapport à l'activité physique, connaissance de sa maladie) et de la présence de leviers et de barrières externes comme l'environnement social (soutien familial, attitudes des thérapeutes et des professionnels, encouragement du médecin, partenaires d'entraînement, statut socioéconomique) ou l'environnement physique (disponibilité et accessibilité des structures, transports) (Petursdottir et coll., 2010).

Le fardeau du traitement doit ensuite être réévalué de manière régulière, tout au long du parcours de soin, afin de faire les adaptations nécessaires. Des outils permettant d'évaluer ce fardeau sont désormais disponibles (Martin et coll., 2017 ; Tran et coll., 2012). Les interventions fondées sur la motivation, l'information, l'autogestion ou le comportement sont en général proposées pour réduire ce fardeau (Martin et coll., 2017). Dans une étude menée chez 29 patients lombalgiques chroniques, les principales solutions identifiées ont été d'intégrer les exercices au quotidien de façon à ce qu'ils deviennent automatiques, de créer un climat de confiance avec les professionnels, propice au maintien de l'adhésion, de proposer une prise en charge personnalisée tenant compte des antécédents et des préférences des patients, de mettre en place un suivi régulier afin d'aider les patients à faire plus facilement leurs exercices et enfin, de passer d'une « motivation contrôlée » à une « motivation autonome ».

Si les programmes d'activité physique et d'exercices doivent être personnalisés dans leur contenu et leurs objectifs, ils doivent aussi l'être dans les mesures associées visant à anticiper, évaluer et alléger le fardeau lié au traitement, car celui-ci conditionne en partie l'adhésion des patients au traitement et donc l'efficacité de ce dernier.

RÉFÉRENCES

- Addoh, O, Edwards MK, Loprinzi PD. Considerations for the inclusion of cardiorespiratory fitness as a vital sign in the clinical setting. *Prev Med* 2017 ; 96 : 85-6.
- Anses. *Actualisation des repères du PNNS – Révisions des repères relatifs à l'activité physique et à la sédentarité. Avis de l'Anses, Rapport d'expertise collective*. Paris : Anses, février 2016.
- Booth FW, Roberts CK, Laye MJ. Lack of exercise is a major cause of chronic diseases. *Compr Physiol* 2012 ; 2 : 1143-211.
- Dempsey PC, Grace MS, Dunstan DW. Adding exercise or subtracting sitting time for glycaemic control: where do we stand ? *Diabetologia* 2017 ; 60 : 390-4.
- Duvivier BM, Schaper NC, Hesselink MK, *et al*. Breaking sitting with light activities versus structured exercise: a randomised crossover study demonstrating benefits for glycaemic control and insulin sensitivity in type 2 diabetes. *Diabetologia* 2017 ; 60 : 490-8.
- Egan B, Zierath JR. Exercise metabolism and the molecular regulation of skeletal muscle adaptation. *Cell metabolism* 2013 ; 17 : 162-84.
- Harber MP, Kaminsky LA, Arena R, *et al*. Impact of cardiorespiratory fitness on all-cause and disease-specific mortality: advances since 2009. *Prog Cardiovasc Dis* 2017 ; 60 : 11-20.
- Hawley JA, Hargreaves M, Joyner MJ, *et al*. Integrative biology of exercise. *Cell* 2014 ; 159 : 738-49.
- Kokkinos P, Myers J, Faselis C, *et al*. Exercise capacity and mortality in older men: a 20-year follow-up study. *Circulation* 2010 ; 122 : 790-7.
- Martin W, Palazzo C, Poiraudreau S. Development and preliminary psychometrics of the exercise therapy burden questionnaire for patients with chronic conditions. *Arch Phys Med Rehabil* 2017 ; 11 : 20188-95.
- May C, Montori VM, Mair FS. We need minimally disruptive medicine. *BMJ* 2009 ; 339 : b2803.
- Nelson ME, Rejeski WJ, Blair SN, *et al*. Physical activity and public health in older adults recommendation from the American college of sports medicine and the American heart association. *Circulation* 2007 ; 116 : 1094-105.
- Petursdottir U, Arnadottir SA, Halldorsdottir S. Facilitators and barriers to exercising among people with osteoarthritis: a phenomenological study. *Phys Ther* 2010 ; 90 : 1014-25.
- Réseau de recherche sur le comportement sédentaire. Lettre à l'éditeur : utilisation standardisée des termes « sédentarité » et « comportements sédentaires ». *Appl Physiol Nutr Metab* 2012 ; 37 : 543-5.
- Ross R, Blair SN, Arena R, *et al*. Importance of assessing cardiorespiratory fitness in clinical practice: a case for fitness as a clinical vital sign. A scientific statement from the American heart association. *Circulation* 2016 ; 134 : e653-99.

- Saltin B, Grimby G. Physiological analysis of middle-aged and old former athletes. Comparison with still active athletes of the same ages. *Circulation* 1968 ; 38 : 1104-15.
- Santos R, Mota J, Okely AD, *et al.* The independent associations of sedentary behaviour and physical activity on cardiorespiratory fitness. *Br J Sports Med* 2014 ; 48 : 1508-12.
- Sav A, King MA, Whitty JA, *et al.* Burden of treatment for chronic illness: a concept analysis and review of the literature. *Health Expect* 2015 ; 18 : 312-24.
- Sidorkiewicz S, Tran VT, Cousyn C, *et al.* Development and validation of an instrument to assess treatment adherence for each individual drug taken by a patient. *BMJ Open* 2016 ; 6 : e010510.
- Tran VT, Barnes C, Montori VM, *et al.* Taxonomy of the burden of treatment: a multi-country web-based qualitative study of patients with chronic conditions. *BMC Med* 2015 ; 13 : 115.
- Tran VT, Buffel Du Vaure C, Dehbia C, *et al.* Fardeau du traitement : être un patient est un travail. *Exercer* 2016 ; 126 : 167-70.
- Tran VT, Montori VM, Eton DT, *et al.* Development and description of measurement properties of an instrument to assess treatment burden among patients with multiple chronic conditions. *BMC Med* 2012 ; 10 : 68.
- Van der Ploeg HP, Hillsdon M. Is sedentary behaviour just physical inactivity by another name? *Int J Behav Nutr Phys Act* 2017 ; 14 : 142.
- Wilson JM, Marin PJ, Rhea MR, *et al.* Concurrent training : a meta-analysis examining interference of aerobic and resistance exercises. *J Strength Cond Res* 2012 ; 26 : 2293-307.
- Young DR, Hivert MF, Alhassan S, *et al.* Sedentary behavior and cardiovascular morbidity and mortality. A science advisory from the American heart association. Endorsed by the Obesity society. *Circulation* 2016 ; 134 : 262-79.

8

Obésité et diabète de type 2

L'obésité est caractérisée par une accumulation progressive de tissu adipeux au sein de l'organisme résultant principalement d'un déséquilibre important de la balance énergétique. Il est clairement établi que cet excès de graisse, notamment au niveau abdominal, est associé à l'apparition de pathologies métaboliques, dont le diabète de type 2, ainsi que de certains cancers. Les derniers rapports en France démontrent une prévalence du diabète de type 2 trois et sept fois plus importante chez les patients en surpoids et les personnes obèses respectivement, par rapport à la population générale. Ces pathologies représentent donc un réel enjeu médical et économique dans le monde et en France puisque leur incidence est en croissance constante. L'activité physique fait partie intégrante de la prise en charge de ces pathologies métaboliques. Cette activité physique est très souvent associée à un programme nutritionnel, une prise en charge psychologique, une éducation thérapeutique et/ou un traitement médicamenteux. Néanmoins, l'activité physique seule a démontré des effets bénéfiques chez les personnes obèses et patients diabétiques. Dans ce chapitre, seules les études s'intéressant aux patients adultes seront discutées.

Activité physique et mortalité

Personnes obèses

Une question d'importance dans l'interaction obésité-activité physique est dans quelle proportion l'activité physique ou le niveau de condition physique peut contrebalancer les effets néfastes de l'obésité, notamment sur la mortalité (*Global BMI Mortality Collaboration*, 2016). La méta-analyse récente de Barry et coll. (2014) inclut 10 études prospectives de cohorte, soit plus de 90 000 sujets entre 45 et 65 ans, avec un suivi de 8 à 14 ans et 5 600 décès. Les sujets ont été divisés en fonction de leur indice de masse corporelle (IMC) (*i.e.* normal, surpoids, obèse) et de leur niveau de condition physique évaluée par une épreuve d'effort maximal ou de $\dot{V}O_2\text{pic}$ (*i.e.* en bonne ou

mauvaise forme physique). Le résultat marquant est que la personne obèse, dès lors qu'elle est en bonne forme physique, présente un risque relatif de mortalité toutes causes identique aux individus actifs normo-pondérés. Fogelholm et coll. (2010), dans leur revue incluant 36 études avec un suivi de 8 à 24 ans, montrent un rôle encore plus positif d'une bonne forme physique sur la mortalité cardiovasculaire, avec un risque relatif moindre chez les personnes actives avec une obésité modérée, comparé aux normo-pondérés inactifs. En revanche, les personnes obèses en mauvaise condition physique présentent un risque de mortalité toutes causes deux fois plus élevé (Barry et coll., 2014). Il semble que la pratique d'activité physique 3 h/semaine, d'intensité modérée à forte, protège plus la femme obèse que l'homme (Vatten et coll., 2006). Il est mis en avant que la mesure objective de la condition physique est un meilleur prédicteur qu'une déclaration de pratique d'activité physique, souvent évaluée par questionnaires (Pedersen et coll., 2007 ; Foghelolm et coll., 2010). Le concept « *fat but fit* » se développe (Hainer et coll., 2009 ; McAuley et coll., 2012) : une bonne condition physique pourrait ainsi contrebalancer les effets néfastes de l'adiposité sur la santé. D'après les données de la cohorte *Aerobics Center Longitudinal Study* (suivi de 6,4 ans), chaque augmentation de 1 équivalent métabolique (1 MET *Metabolic Equivalent of Task*) de condition physique est associée à une diminution de 15 % de la mortalité toutes causes et de 19 % de la mortalité cardiovasculaire, après ajustement sur les facteurs confondants et les changements d'IMC (Lee et coll., 2011). Ainsi, pour les personnes obèses n'arrivant pas à perdre du poids, la promotion de l'activité physique devient primordiale. Pour autant, les personnes obèses même en bonne condition physique ou avec une pratique d'activité physique importante présentent des niveaux d'incidence et prévalence de pathologies cardiovasculaires ou de diabète de type 2 supérieurs aux sujets normo-pondérés actifs ou non (Li et coll., 2006 ; Rana et coll., 2007 ; Fogelholm et coll., 2010 ; Carlsson et coll., 2016). Cependant, certaines personnes obèses présentant des complications cardiovasculaires avérées ont un meilleur pronostic que des patients normo-pondérés ou minces avec les mêmes complications : c'est le paradoxe de l'obésité (De Schutter et coll., 2014 ; Lavie et coll., 2015). Le niveau de condition physique impacte ce paradoxe de l'obésité. Par exemple, chez 9 563 patients porteurs d'une insuffisance cardiaque, seuls ceux ayant la condition physique la plus élevée présentaient un fort paradoxe de l'obésité : une mortalité toutes causes et cardiovasculaire plus élevée chez les personnes plus légères et plus faible chez les plus lourdes (McAuley et coll., 2012). Le message de santé publique reste donc de lutter non seulement contre l'obésité (compliquée ou non) mais aussi contre un faible niveau de condition physique.

Patients atteints de diabète de type 2

Le diabète de type 2 est une cause de mortalité prématurée en France, à un âge moyen de 74 ans pour les hommes et 80 ans pour les femmes (InVS, 2010). En France, l'Institut national de veille sanitaire (InVS) a recensé plus de 32 150 décès ayant pour cause première le diabète. On observe une diminution significative de la mortalité pour les personnes actives en population générale (-30 à -50 %) (Oguma et coll., 2002 ; Leitzmann et coll., 2007), ce qui incite à vivement encourager les patients diabétiques de type 2 à pratiquer une activité physique. Plusieurs méta-analyses incluant des cohortes importantes de patients se sont intéressées aux effets de l'activité physique sur la mortalité. Ces travaux révèlent une relation linéaire inverse entre la dose d'activité physique et les mortalités toutes causes et cardiovasculaire (-20 à -50 %) (Sluik et coll., 2012 ; Kodama et coll., 2013). Néanmoins, la question du seuil ou de la dose d'activité nécessaire pour réduire la mortalité est souvent posée, car il est difficile de déterminer avec précision les différents niveaux ou volumes d'activités physiques pratiquées dans les études. Dans une méta-analyse récente de Kodama et coll. (2013), incluant 17 études, la réduction de la mortalité toutes causes (RR = 0,61 [0,52-0,70]) et de la mortalité cardiovasculaire (RR = 0,71 [0,60-0,84]) est plus importante chez les patients les plus actifs comparée aux moins actifs. Depuis cette méta-analyse, deux études incluant un nombre important de patients ont été publiées. Ainsi, la cohorte randomisée et contrôlée *Advance*, incluant 11 140 patients avec un suivi médian de 5 ans et le recensement de 1 031 décès, confirme une diminution de la mortalité chez les patients diabétiques pratiquant une activité physique modérée à forte (Blomster et coll., 2013) en comparaison des patients ne pratiquant pas ou peu d'activité physique. L'étude prospective *EPIC (European Prospective Investigation Into Cancer and Nutrition)* publiée en 2012 s'est intéressée à cette question chez 5 859 patients diabétiques après un suivi médian de 9,4 ans et la survenue de 755 décès (Sluik et coll., 2012). Le groupe présentant la plus importante réduction de la mortalité était celui qui avait soit une activité physique totale modérée (RR = 0,53 [0,42-0,66]), soit les temps de loisirs actifs les plus importants (RR = 0,64 [0,50-0,80]). De manière intéressante, il faut noter dans cette étude que les patients qui déclaraient marcher plus de 9 heures par semaine présentaient une mortalité cardiovasculaire significativement diminuée par rapport aux autres groupes (marchant entre 0 et 2 h ; 2 et 4,5 h ; 4,6 et 9 h), même si des travaux antérieurs de Gregg et coll. (2003), basés sur le suivi de 2 896 patients sur 8 années, présentent un taux de mortalité toutes causes réduit à partir de 2 h de marche par semaine.

Sédentarité et niveaux d'activité physique

Personnes obèses

Le niveau d'activité physique global évalué par accéléromètre est plus faible chez la personne obèse, femme et homme, avec moins d'activité physique modérée (de 3 à 6 MET ou de 2 à 5,9 coups/minute) et forte (de 6 à 9 MET ou supérieur à 6 coups/minute) et un temps sédentaire plus élevé par rapport aux normo-pondérés (Tudor-Locke et coll., 2010 ; Delany et coll., 2013 ; Hansen et coll., 2013). Plus le degré d'obésité est important, plus le niveau d'activité physique global est faible (Delany et coll., 2013). La part relative de la dépense énergétique liée aux activités physiques renseigne sur l'engagement et le type d'activités physiques pratiquées. De manière intéressante, Drenowatz et coll. (2015) rapportent ainsi que les personnes obèses présentent une augmentation de leur dépense énergétique totale par la pratique de la natation et des sports de force, alors que chez les normo-pondérés, ce sont les activités physiques et sports d'endurance qui contribuent à cette augmentation. Ce résultat reste à confirmer, mais il pose la question de la recommandation des activités physiques en décharge chez les personnes obèses. La Haute Autorité de santé (HAS) recommande aux personnes en surpoids de pratiquer 225 à 300 min d'activité physique par semaine, à intensité modérée, sans détailler quel type d'activité physique. Dans la cohorte *Ipen* regroupant 10 pays, 5 712 adultes, Van Dyck et coll. (2015) rapportent une relation curviligne entre IMC et activité physique modérée à forte. L'IMC diminue linéairement avec une augmentation de l'activité physique modérée de 0 à 40-50 min/j. Ces résultats soutiennent ainsi les recommandations de 60 min/jour d'activité physique modérée à forte pour éviter la prise de poids chez les adultes en population générale. Pour autant, dans la cohorte américaine *Nhanes*, seuls 3,2 % de la population totale respectent les recommandations de santé publique des 30 min/jour d'activité physique modérée (Tudor-Locke et coll., 2010). Chez les personnes obèses, ce pourcentage est inférieur à 2 %. Il est donc pertinent de s'interroger sur le sens de la relation entre activité physique et obésité. Est-ce la diminution de pratique d'activité physique qui développe l'obésité ou est-ce l'obésité qui conduit à moins de pratique d'activité physique ? Il s'agit probablement d'un « cercle vicieux ». Le contexte nutritionnel et l'environnement sont indissociables de cette discussion.

Environ 10 à 30 % des personnes obèses sont métaboliquement « saines » (*Metabolic Healthy Obese*, MHO) (Van-Vliet-Ostaptchouk et coll., 2014), c'est-à-dire sans aucun désordre métabolique, même si aucune définition consensuelle du MHO n'existe (Stefan et coll., 2014). Les mécanismes explicatifs proposés sont une sensibilité à l'insuline préservée, une localisation de

la masse grasse moins viscérale et ectopique, une infiltration moindre de cellules immunitaires dans le tissu adipeux et une production plus faible d'adipokines. Dans une étude, les personnes obèses métaboliquement saines rapportent des volumes d'activité physique totale supérieurs aux personnes obèses non métaboliquement saines (Kanagasabai et coll., 2015), limitant ainsi la prévalence du diabète de type 2 dans cette catégorie de patients.

Patients atteints de diabète de type 2

Au-delà du facteur « obésité », le comportement sédentaire est fortement impliqué dans le risque de développer un diabète de type 2. Des études célèbres, comme la *Nurses Health Study* pour les femmes (Hu et coll., 2003b), ou encore la *Health Professionals Follow-up Study* pour les hommes (Hu et coll., 2003a), ont rapporté, par exemple, une relation positive entre l'incidence du diabète de type 2 et le temps passé par semaine devant la télévision. Mais la question du niveau de sédentarité reste posée lorsque les patients sont déjà diagnostiqués, d'autant plus qu'ils ont tendance à surestimer leur niveau d'activité physique spontanée (Janevic et coll., 2012). Peu de données sont disponibles à ce jour, mais elles tendent à démontrer une sédentarité supérieure chez les patients diabétiques, impactant directement l'évolution des niveaux d'insuline, ainsi que le tour de taille (Cooper et coll., 2014). La plus importante étude à ce jour, publiée très récemment dans *Diabetologia*, a inclus 2 497 participants de la cohorte *Maastricht Study* qui ont porté un accéléromètre durant 8 jours consécutifs, 24 h sur 24 h (van der Berg et coll., 2016). Afin de déterminer le niveau de tolérance au glucose, ces sujets ont été soumis à un test d'hyperglycémie provoquée par voie orale. 714 patients (28,6 %) ont été diagnostiqués diabétiques de type 2 et présentaient un IMC et une hémoglobine glyquée supérieurs aux deux autres groupes, normoglycémique ou intolérant au glucose. Durant la période d'éveil, ces patients présentaient un temps de position assise ou allongée supérieur ainsi que des périodes moins importantes en position debout ou en mouvement. Ainsi, cette étude démontre que chaque heure sédentaire supplémentaire augmente de 22 % le risque d'être diabétique de type 2, et ceci de manière indépendante de l'activité physique. Lorsque l'on s'intéresse à l'activité physique et non plus à la sédentarité, l'étude *Entred* rapporte que les tâches domestiques représentent la source d'activité principale dans la vie quotidienne, notamment chez les femmes (étude *Entred*, Cloix et coll., 2014).

La littérature sur la population française fait état de résultats peu encourageants quant à la proportion de personnes qui répondent aux recommandations de l'OMS pour l'activité physique (24,1 % versus 44,2 % par exemple

pour les Pays-Bas) (Sjostrom et coll., 2006), ce qui impose de s'interroger sur le niveau d'activité physique des patients identifiés diabétiques de type 2. En effet, des travaux plus récents réalisés aux États-Unis montrent que seuls 25 à 42 % des 18 370 patients inclus dans une étude atteignent les recommandations 2007 et 2008 du *Department of Health and Human Disease* et de l'*American Diabetes Association (ADA)* (sur la base des recommandations de 150 min par semaine pour des intensités faibles à modérées ou 75 à 90 minutes par semaine pour des intensités modérées à fortes) (Zhao et coll., 2011). L'âge supérieur à 75 ans, le sexe féminin, l'origine afro-américaine, les pathologies cardiovasculaires ou encore les handicaps favorisent la sédentarité dans cette population. Janevic et coll. (2012) présentent des résultats plus encourageants (57 % des patients répondent aux recommandations de l'ADA) mais démontrent que plus d'un quart de ces patients surestiment le temps d'activité physique hebdomadaire. Mu et coll. (2014) démontrent enfin de manière rétrospective sur une population de 55 234 patients américains, que seuls 12 et 41 % d'entre eux atteignent les recommandations spécifiques de l'ADA pour l'endurance et le renforcement musculaire, respectivement. Au regard de ces données, il semble donc important de promouvoir le temps d'activité physique volontaire et quotidien chez les patients diabétiques de type 2. Dans ce sens, l'ADA a récemment proposé d'instaurer une activité physique, même minime, toutes les 90 minutes (*ADA Standards of Care for Diabetes*, 2015).

Contre-indications et attention particulière à la pratique d'activités physiques

Personnes obèses

Il est nécessaire de prendre en compte les facteurs conditionnant la pratique chez les patients. En effet, l'activité physique a un coût énergétique plus élevé chez les personnes obèses que chez les personnes de poids normal (Browning et coll., 2013 ; Delany et coll., 2013). Lors de la marche et selon les vitesses de marche, les personnes obèses présentent plus de charges sur les articulations et les tissus mous, une pronation du pied, une moindre stabilité posturale et une angulation articulaire diminuée (Runhaar et coll., 2011 ; Butterworth et coll., 2014 et 2015).

La présence de dyspnée d'effort (Dreher et coll., 2012 ; Bernhard, 2013), d'arthrose et de tendinite (Gaida et coll., 2009) chez certains patients obèses et d'obésité sarcopénique chez le sujet âgé, c'est-à-dire la coexistence d'une faible masse ou fonction musculaire et d'une masse grasse élevée (Zamboni

et coll., 2008 ; Lee et coll., 2016) sont à prendre en compte lors de la prescription d'exercice. Dès lors se pose la question de savoir si la pratique d'activité physique peut ou non présenter des risques de blessures. Dans l'essai randomisé de Janney et coll. (2010), à la question posée « au cours des 6 derniers mois, est-ce qu'une blessure-maladie a affecté votre capacité à faire de l'activité physique ? » 32 % des participants ont rapporté au moins une blessure attribuée à l'exercice au cours des 18 mois d'intervention, soit un taux de blessure de 1,8 % par mois. Aucune différence significative entre le groupe exercice participant au programme de marche rapide 5 fois par semaine (de 150 à 300 min par semaine) et le groupe contrôle n'était notée. Les blessures musculo-squelettiques, notamment au genou, étaient les plus couramment rapportées. Les personnes obèses avec les IMC les plus élevés étaient blessées plus tôt et plus souvent. Un programme d'activité physique plus intensif (60-85 % FCmax – Fréquence cardiaque maximale) engendre le même type de résultat (Campbell et coll., 2012). Par contre, les événements indésirables sont plus fréquents quand l'intensité est maximale. Pour exemple, Lunt et coll. (2014) rapportent 25 % d'arrêt pour blessure dans le seul groupe à intensité maximale (répétition de sprints de 30 s intercalés de 4 min de récupération sur 12 semaines d'intervention). À noter également un fort taux d'abandon dans ce groupe. Il importe de souligner que les études citées ne s'intéressent qu'à des personnes avec une obésité modérée.

Patients atteints de diabète de type 2

En plus des facteurs précédemment cités, lorsqu'ils présentent un surpoids ou une obésité, les patients diabétiques ont également de nombreuses complications. En effet, la pathologie peut se manifester par des épisodes d'hyper ou d'hypoglycémie (notamment chez les personnes traitées) et/ou entraîner une évolution vers des complications pouvant remettre en cause la pratique d'une activité physique : maladies macro-angiopathiques, atteintes micro-angiopathiques ou encore neuropathies. Lors d'une période d'exercice physique, le risque d'hyper ou d'hypoglycémie chez les patients diabétiques de type 2 est relativement rare lorsque le contrôle glycémique est assuré. Néanmoins, lorsque plusieurs traitements hypoglycémifiants sont associés ou lorsqu'un traitement par l'insuline d'action prolongée est utilisé, la prévalence de cette complication aiguë est plus fréquente. Pour cela, un seuil de 100 mg.dL⁻¹ d'insuline lente (Cryer et coll., 2003) est préconisé afin de limiter la survenue des événements indésirables au cours d'une période d'exercice (plus d'informations sont disponibles dans la communication « Diabète de type 1 et exercice »). Même des niveaux élevés de glycémie ne sont pas contre-indiqués avec une pratique d'activité physique, même de

forte intensité (ADA, 2004 ; Colberg et coll., 2010). Dans ce cas, il est recommandé de vérifier la bonne hydratation des pratiquants. Les patients diabétiques sont également concernés par d'autres médications, notamment dans le cadre du traitement de pathologies ou risques cardiovasculaires (bêtabloquants, diurétiques, inhibiteurs de l'enzyme de conversion de l'angiotensine, aspirine à faible dose, hypolipémiants), mais dans l'ensemble, cette médication n'entraîne pas de modifications des réponses à l'effort. Les bêtabloquants, au-delà de leurs effets sur la limitation de la réponse maximale de la fréquence cardiaque, peuvent augmenter le risque d'hypoglycémie non détectée au cours d'un effort physique (Sigal et coll., 1994), mais peu de données sont disponibles à ce jour sur ce sujet.

Les complications macro-angiopathiques (cardiopathie ischémique, artériopathie), micro-angiopathiques (rétinopathie et néphropathie) ou encore neuropathiques, qui peuvent entraîner des ulcérations du pied ou des amputations sévères sont fréquentes et doivent être prises en compte lorsqu'une activité physique est programmée.

Le risque d'accident cardiovasculaire au cours d'un exercice physique n'est pas à exclure, d'autant plus que les maladies cardiovasculaires sont la première cause de morbi-mortalité chez les patients diabétiques de type 2. Néanmoins, il faut retenir que chez les patients présentant des pathologies cardiovasculaires, ce risque est supérieur chez les sédentaires en comparaison de ceux impliqués dans une activité physique régulière (Smart et Marwick, 2004). Ces observations restent à confirmer chez les patients diabétiques de type 2, mais cela ne peut pas être une contre-indication à la pratique d'activité physique (Marwick et coll., 2009). Une attention particulière doit être portée sur l'existence potentielle d'une atteinte cardiaque spécifique chez le diabétique de type 2, appelée « cardiomyopathie diabétique » (Derumeaux, 2014). À ce jour, il n'existe aucun essai clinique randomisé sur les effets de la prise en charge par l'activité physique ayant pour critère d'inclusion cette insuffisance cardiaque diabétique. De manière générale, si les patients associent plusieurs facteurs de risque cardiovasculaire, il semble pertinent de réaliser une épreuve d'effort, mais en dehors de ce cadre, elle n'est pas indispensable pour tous les patients. Ceux qui sont sujets à de l'angor ou à haut risque cardiovasculaire doivent débiter par des programmes d'activités physiques structurés et encadrés par un professionnel (Colberg et coll., 2010).

Très récemment, une étude menée sur plus de 2 200 patients montre que des désordres micro-vasculaires précèdent le déclenchement de complications cardiovasculaires de la pathologie diabétique et pourraient donc contribuer à la survenue de ces complications d'origines vasculaires (Sørensen et coll., 2016). Ces éléments renforcent la nécessité de surveillance afin de limiter

l'incidence des pathologies cardiovasculaires discutées plus haut. C'est pourquoi, l'activité physique n'est pas déconseillée chez les patients atteints de rétinopathies. Le principal risque de l'exercice sur une rétinopathie est l'augmentation importante de la pression sanguine dans l'œil ou des secousses importantes qui pourraient enclencher une hémorragie rétinienne. Néanmoins, plusieurs études anciennes incluant plusieurs centaines de patients, ont clairement rapporté l'absence ou un très faible risque d'hémorragie ou d'aggravation de la pathologie au cours de la pratique d'un exercice (Cruikshanks et coll., 1992 ; Schneider et coll., 1992 ; Cruikshanks et coll., 1995). De plus, Praidou et coll. (2016) ont rapporté, chez 320 patients diabétiques de type 2, que le niveau d'atteinte rétinienne et le niveau d'activité physique étaient inversement corrélés, indépendamment des niveaux d'hémoglobine glyquée HbA1c ou des valeurs de l'indice de masse corporelle. Pour la majorité des patients, il n'y a donc pas de restriction de pratique d'activités physiques, après conseil auprès d'un ophtalmologiste. Pour les cas les plus graves, il semble néanmoins important comme le préconise l'ADA d'éviter des activités physiques très intenses qui pourraient augmenter la pression artérielle au-delà de 170 mmHg ou d'entraîner un risque de manœuvre de Vasalva (Aiello et coll., 2001).

La présence d'une néphropathie (ou micro albuminurie permanente), une des complications majeures chez le patient diabétique de type 2, est souvent associée aux complications citées précédemment. Il a été longtemps suspecté que l'exercice, du moins à intensité élevée, pouvait augmenter la protéinurie post-effort et donc participer à l'aggravation de la pathologie. Néanmoins, aucune étude robuste à ce jour n'a démontré une incidence de la pratique d'activité physique sur le déclenchement ou l'aggravation de la néphropathie. Au contraire, il semble que l'exercice permette de réduire la concentration d'albumine au repos (Fredrickson et coll., 2004 ; Lazarevic et coll., 2007) et l'augmentation de la pratique d'activité physique est associée à une diminution du risque de développer une néphropathie. En effet, plusieurs travaux récents (Lin et coll., 2014), dont la célèbre *The Look Ahead Study* (2014) avec 5 145 patients et un suivi de 8 ans, ont démontré une incidence du développement d'une néphropathie très largement inférieure chez les patients qui ont bénéficié d'une prise en charge supervisée par l'activité physique, mais associée à un programme nutritionnel (HR = 0,69 ; IC 95 % [0,55-0,87] ; p = 0,0016). Le stade d'insuffisance rénale peut également être impacté positivement par l'activité physique en plus de son efficacité sur la qualité de vie (Sheng et coll., 2014) et doit désormais être inclus dans la prise en charge de ces patients (Wilkinson et coll., 2016). Ainsi, comme récemment recommandé par la Société Francophone du Diabète, la complication néphropathique chez le patient

diabétique de type 2 n'est pas un frein à la prescription de l'activité physique (Duclos et coll., 2011 et 2013).

Pendant longtemps, les activités physiques avec impact ont été déconseillées chez les patients diabétiques de type 2 qui présentent des neuropathies périphériques, parce qu'elles peuvent entraîner une augmentation des blessures, ulcérations ou amputations du pied, mais également réduire les capacités d'équilibre du patient (Wrobel et coll., 2010 ; Fernando et coll., 2014). De manière intéressante, dans une étude randomisée contrôlée chez 78 patients présentant des complications neuropathiques du pied, LeMaster et coll. (2008) se sont intéressés aux effets d'activités physiques en charge sur les blessures du pied. Quelles que soient les lésions plantaires considérées, aucune différence n'est rapportée après 6 et 12 mois de programme, confirmant ainsi des observations antérieures (LeMaster et coll., 2003). Armstrong et coll. (2004) rapportent également que le risque d'ulcérations du pied n'augmente pas chez les patients actifs, même avec des activités physiques en charge. Ainsi, la marche, la marche nordique ou encore la course à pied ne sont donc pas à exclure des programmes chez les patients diabétiques avec ou sans neuropathies périphériques, même si les précautions habituelles doivent être respectées (inspection quotidienne des pieds et utilisation de chaussures adaptées pour limiter le risque de chute, visite annuelle chez un spécialiste) (Boulton et coll., 2008 ; Crews et coll., 2016).

Ainsi, l'ensemble des données actuelles a identifié, pour la population des patients diabétiques de type 2, de nombreuses complications ou risque d'aggravation qui peuvent influencer leur implication dans un programme d'activité physique (figure 8.1A). Si la prévalence de ces complications ainsi que le risque de mortalité liés à l'exercice physique semblent très faibles, il reste désormais à conduire d'autres travaux afin de renforcer les niveaux de preuve. Les complications doivent donc être identifiées systématiquement afin de permettre une pratique adaptée, en toute sécurité et limitant l'apparition de nouvelles complications ou une aggravation de celles-ci (Riddell et Burr, 2011 ; Mendes et coll., 2013) (figure 8.1B). Ces mesures préventives sont également indispensables afin de réduire, chez ces patients, la peur de la pratique qui pourrait les conduire à rester sédentaires. Dans ce sens, une étude randomisée contrôlée récente n'a pas rapporté d'effets indésirables graves en lien avec la pratique d'activité physique, quel que soit le programme : endurance, renforcement musculaire ou mixte proposé aux 262 patients suivis sur une année (Church et coll., 2012). Également, Yang et coll. (2014), sur la base de 5 études randomisées contrôlées sur 12 incluses, n'ont pas démontré de différences d'effets indésirables, chez des patients avec ou sans complications, que ce soit avec les programmes d'endurance ou de

renforcement musculaire. Au total, il s'agissait de 34 sur 117 et 45 sur 121 événements indésirables respectivement, pour les patients dans les groupes de renforcement musculaire et d'endurance (RR : 1,17 [0,77-1,79] ; $p > 0,05$). Par conséquent, il est essentiel de rappeler aux patients que les effets bénéfiques de l'activité physique sont nettement supérieurs à ses effets potentiellement indésirables (Riddell et Burr, 2011).

Enfin, il semble indispensable également de proposer de nouvelles perspectives pour mieux stratifier à la fois les risques et les bénéfices de la prise en charge pour chaque patient. Une étude ($n = 14\ 775$) très récente dans *The Lancet Diabetes & Endocrinology*, a proposé une nouvelle classification de la pathologie diabétique en cinq sous-groupes sur la base de paramètres comme le poids, l'insulinorésistance ou encore des facteurs génétiques (Ahlqvist et coll., 2018). Cette classification permettrait ainsi d'associer à chacun de ces groupes des natures et niveaux de complications différentes. Un diagnostic plus personnalisé de la pathologie apporterait très certainement une prescription par l'activité physique encore plus adaptée, avec une prise en compte des complications de la maladie et des risques associés.

Bénéfices de l'activité physique sur la condition physique

Personnes obèses

Dans leur méta-analyse incluant 15 essais randomisés et contrôlés (ERC) centrés sur les effets de différents types d'exercices supervisés d'une durée supérieure à 8 semaines chez les personnes obèses, Schwingshackl et coll. (2013) confirment une meilleure efficacité des entraînements en endurance ou mixte par rapport à l'entraînement en renforcement musculaire pour augmenter le $\dot{V}O_2\text{max}$. Plusieurs ERC discutent les effets des différentes modalités des programmes en endurance. À même intensité et même nombre de séances, le $\dot{V}O_2\text{max}$ augmente dans les mêmes proportions quelle que soit la durée de la séance (Donnelly et coll., 2012 ; Rosenkilde et coll., 2012). À même intensité et même volume total, les différences de fréquence de séances par semaine (*i.e.* 5 séances de 30 min *versus* 2 séances de 75 min intercalées au minimum d'un jour) n'influencent pas l'augmentation de $\dot{V}O_2\text{max}$ (Manthou et coll., 2015). Ces résultats suggèrent une relative flexibilité dans la planification hebdomadaire des séances qui peut s'avérer intéressante, notamment chez les sujets confrontés à un manque de temps ressenti ou avéré au cours de la semaine. Le type d'entraînement intermittent intensif apparaît également comme efficace, avec un gain de temps. En revanche, les protocoles intermittents intensifs proposés sont variables en intensité d'exercice,

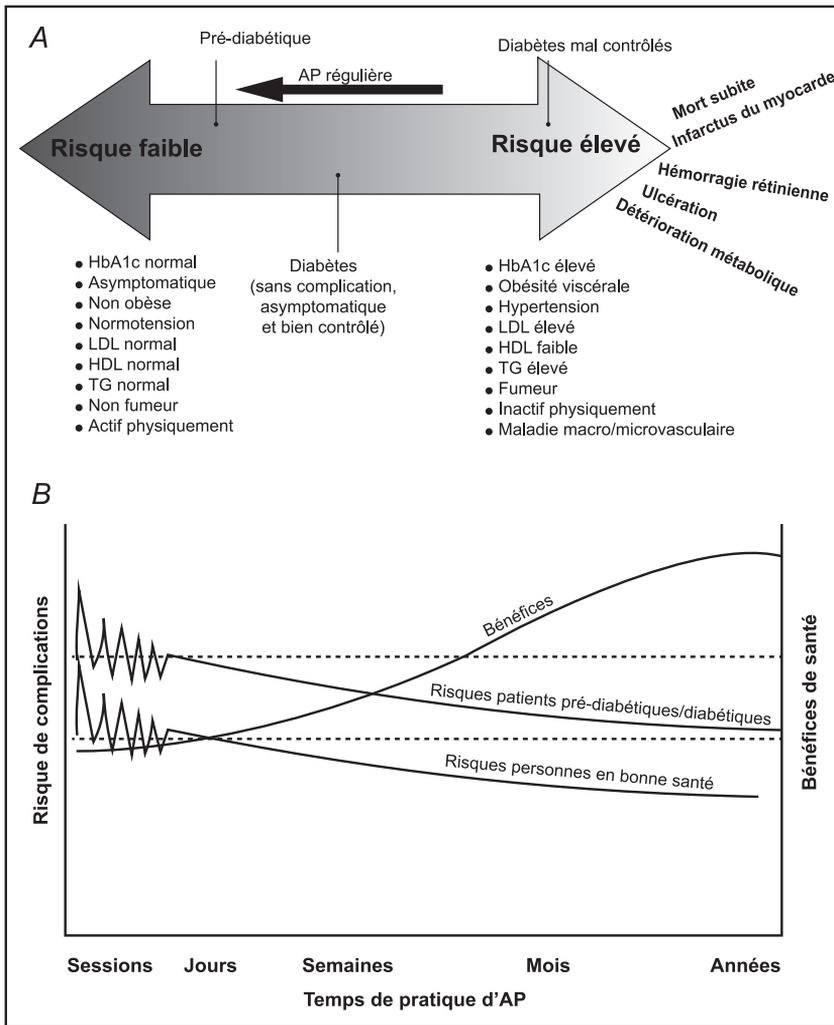


Figure 8.1 : A. Évolution des risques cardiovasculaires et des complications liées à la pathologie diabétique en fonction des caractéristiques cliniques des patients et de leur niveau d'activité physique régulier. B. Évolution de la balance bénéfices/risques de complications liées à la pratique d'une activité physique en fonction du temps de pratique d'activités physiques chez des personnes en bonne santé, des patients prédiabétiques ou à risque et chez des patients diabétiques de type 2. Le niveau de risque dépend de nombreux facteurs, dont l'âge, la durée depuis le diagnostic de la pathologie, l'appartenance à un groupe ethnique, le contrôle glycémique et des facteurs présentés en 1A. (Adapté de Riddell et Burr, 2011)

Reproduit d'après Riddell MC, Burr J. Evidence-based risk assessment and recommendations for physical activity clearance: diabetes mellitus and related comorbidities. *Appl Physiol Nutr Metab* 2011 ; 36 : S154-89. © Canadian Science Publishing or its licensors.

en cycle exercice-récupération, en type et intensité de récupération, ce qui rend difficile la comparaison entre études. Celles comparant un protocole modéré continu à un protocole intermittent intensif en environnement contrôlé (*i.e.* laboratoire) rapportent des effets similaires ou supérieurs sur le $\dot{V}O_2\text{max}$ en intermittent intensif, chez des personnes avec une obésité modérée ou sévère (Sijie et coll., 2012 ; Keating et coll., 2014 ; Cocks et coll., 2016). Sur le terrain (séances supervisées en extérieur dans un parc), Lunt et coll. (2014) ont comparé les effets de trois protocoles d'entraînement de 3 séances hebdomadaires pendant 12 semaines chez des hommes et femmes entre 45 et 50 ans avec une obésité modérée : un modéré continu, un intensif intermittent sous-maximal et un intensif intermittent épuisant (« *all-out* »). Le faible niveau d'adhésion dans les 2 groupes intensifs (9/16 participants dans les 2 groupes à la fin du programme) et la faible augmentation de $\dot{V}O_2\text{max}$ dans le seul groupe intensif intermittent limitent la conclusion sur la prescription de tels programmes chez les personnes obèses. Dans ce sens, Decker et Ekkekakis (2017) ont participé au débat sur les protocoles intensif intermittent *versus* continu modéré, en évaluant leurs effets aigus sur la valence affective et le plaisir post-effort chez des jeunes femmes obèses inactives. L'exercice intensif intermittent est considéré comme plus dur, moins agréable et moins plaisant.

La qualité de force musculaire, autre composante de la condition physique avec la capacité cardiorespiratoire (évaluée par le $\dot{V}O_2\text{max}$), a été moins étudiée. À notre connaissance, aucune méta-analyse n'est disponible chez l'adulte obèse sur ce sujet. Toutefois, les effets d'un programme en renforcement musculaire sur les qualités musculaires ont été abordés dans quelques études : toutes ont rapporté des bénéfices sur la force et/ou l'endurance musculaire chez des personnes obèses ou des patients, hommes et femmes, ayant un syndrome métabolique (Stensvold et coll., 2010 ; Bateman et coll., 2011 ; Tibana et coll., 2013).

Patients atteints de diabète de type 2

La prise en charge par l'activité physique concourt également à une amélioration de la condition physique des patients diabétiques, et par conséquent à une diminution des facteurs de risque cardiovasculaires influençant la morbi-mortalité cardiovasculaire. Ces améliorations physiologiques sont indispensables puisqu'elles sont associées à une meilleure qualité de vie, notamment chez les patients avec les niveaux de condition physique les plus élevés. Une méta-analyse rigoureuse datant de 2003, dans laquelle 266 patients ont été inclus sur la base de 9 essais randomisés contrôlés a bien démontré une amélioration

de la capacité aérobie (+ 12 % en moyenne pour le $\dot{V}O_2\text{max}$) suite à une prise en charge en institution et individualisée (Boulé et coll., 2003). Ces éléments ont été confirmés plus récemment dans des études randomisées contrôlées ainsi que des méta-analyses avec plus de 500 patients et des programmes d'une durée minimale de 8 semaines, en démontrant de façon logique une supériorité de l'endurance (+ 3,1 à + 4 mL.min⁻¹.kg⁻¹) en comparaison des exercices de renforcement musculaire (+ 0,6 à + 2,1 mL.min⁻¹.kg⁻¹) pour améliorer le $\dot{V}O_2\text{max}$ (Bacchi et coll., 2012 ; Yang et coll., 2014). Une étude publiée dans JAMA en 2010 a démontré également que la capacité aérobie était améliorée avec un programme combinant aérobie et renforcement musculaire en comparaison de programmes strictement en endurance ou de renforcement musculaire (Church et coll., 2010). Cependant, la significativité clinique peut être questionnée puisque cette augmentation de $\dot{V}O_2\text{max}$ était de 1 (0,5 à 2) mL.min⁻¹.kg⁻¹ après un programme de 9 mois chez les patients diabétiques. Il semble évident également, d'après cette compilation des données, que les meilleures améliorations des capacités fonctionnelles cardiorespiratoires sont obtenues avec les niveaux d'intensité d'exercice les plus importants chez les patients diabétiques de type 2 (Boulé et coll., 2003 ; Balducci et coll., 2012), même si ce n'est pas confirmé par toutes les études (Hansen et coll., 2009). Dans ce sens, comme pour les patients obèses, les programmes proposant des exercices intermittents à haute intensité semblent intéressants. En effet, chez des sujets en bonne santé, ces programmes permettent d'obtenir des effets supérieurs à ceux d'un programme à intensité faible à modérée, avec une durée de pratique réduite (Gibala et coll., 2012 ; Jelleyman et coll., 2015). Néanmoins, le peu de travaux et la faible population de patients diabétiques de type 2 inclus dans les études ne permettent pas de conclure à l'efficacité de ces programmes sur les capacités aérobie (Jung et coll., 2015 ; Ramos et coll., 2016). Mais, au-delà de l'augmentation de la consommation maximale d'oxygène, l'amélioration des facteurs de risque cardiometaboliques passe par une augmentation importante de la dépense énergétique (Bouchard et coll., 1990 ; Duncan et coll., 1991), ce qui n'est pas toujours possible avec les exercices à haute intensité sur des périodes très courtes. La dépense énergétique doit donc être suffisante pour améliorer la condition physique, mais aussi pour améliorer la condition « métabolique » (Desprès et Ross, 2007). Les programmes basés essentiellement sur des exercices de renforcement musculaire ont un impact moindre sur l'amélioration de la capacité à l'effort aérobie, mais permettent la réduction de certains facteurs de risque cardiovasculaires (métabolisme du glucose et sensibilité à l'insuline, profil lipidique et pression artérielle notamment) (Thomas et coll., 2006 ; Gordon et coll., 2009). De plus, ils permettent une amélioration des capacités musculaires (force notamment), sachant qu'il a été largement démontré à ce jour qu'elles participent à un meilleur contrôle

glycémique chez le patient diabétique de type 2 (Colberg et coll., 2010). Dans ce sens, la mise en place d'un programme combiné ou d'une activité physique permettant d'associer les deux qualités physiques semble indiquée chez le patient diabétique de type 2.

Les dernières recommandations sur la prévention des chutes chez la personne âgée impliquent la pratique régulière d'activités physiques incluant prioritairement des exercices d'équilibre statique et dynamique ainsi que le développement de la souplesse (Inserm, 2015). Ces recommandations existantes pour les personnes âgées peuvent être transférables dans le diabète de type 2, dont la prévalence est importante chez les plus de 65 ans (Fagot-Campagna et coll., 2005). Des travaux ont démontré l'importance du développement de ces capacités chez les patients diabétiques de type 2 (Morrison et coll., 2010 ; Salsabili et coll., 2011).

Bénéfices de l'activité physique sur les variables biologiques et physiologiques majeures

Patients obèses

Dans le cadre de la prise en charge des adultes obèses, il est essentiel de différencier les effets de l'activité physique sur la perte de poids des effets de l'activité physique sur le maintien du poids après la perte de poids initiale. D'ailleurs, l'*American College of Sport Medicine* (ACSM) indique que, pour engendrer une perte de poids, il existe une relation dose-réponse : pour une perte de 5 à 7,5 kg, il faut ainsi pratiquer au minimum 225 à 420 min/semaine d'activité physique (niveau de preuve B) alors que pour maintenir le poids après une perte initiale, pratiquer au minimum 200 à 300 min/semaine semble être nécessaire (niveau de preuve B). L'effet de l'activité physique seule sur la perte de poids reste modeste quelle que soit la durée du programme, même si peu d'études vont au-delà d'une prise en charge d'un an. Dans la revue *Cochrane* incluant 41 études randomisées contrôlées (ERC) (3 476 personnes en surpoids ou obèses âgées en moyenne de 42,4 ans) centrées sur l'effet de la prescription d'exercice sur la perte poids, Shaw et coll. (2006) rapportent une diminution de -2,03 kg dans les groupes exercice seul par rapport aux groupes contrôles (12 ERC). L'exercice associé à une diète majeure légèrement les effets de la diète seule (Shaw et coll., 2006 ; Miller et coll., 2013). Plus récemment, Washburn et coll. (2014), dans leur revue incluant 20 ERC axées sur les effets à long terme (au minimum 6 mois de suivi) de régime seul, d'exercice seul ou les deux associés sur la perte de poids, concluent à un niveau d'évidence faible sur la supériorité des

interventions associant diète – exercice par rapport aux deux premières. Seuls les programmes en endurance et mixte (endurance et renforcement musculaire) engendrent une perte de poids, sans différence entre ces deux modalités, un programme en renforcement musculaire étant inefficace (Thorogood, 2011 ; Schwingshackl, 2013 ; Pattyn, 2013). Quand l'exercice est associé à une diète, il semble que la meilleure combinaison pour perdre du poids et modifier la composition corporelle soit l'association diète et programme en renforcement musculaire (Clark, 2015). L'exercice à forte intensité paraît plus efficace que l'exercice à faible intensité pour perdre du poids. Ce résultat rapporté par la revue *Cochrane* de Shaw (2006) est confirmé par la méta-analyse récente de Clark (2015) incluant 66 études. L'exercice en endurance à forte intensité mais également l'exercice fractionné engendre une diminution plus importante de poids (Clark, 2015). Il importe de noter que des programmes de marche à pied permettent aussi de diminuer légèrement le poids (-1,27 kg ; IC 95 % [-1,85 à -0,70 kg]) (Richardson et coll., 2008). La pratique du yoga diminue l'IMC chez les personnes obèses (SMD = -0,99 ; IC 95 % [-1,67 à -0,31] ; p = 0,004) même s'il faut noter une hétérogénéité importante dans les études incluses dans la méta-analyse récente de Lauche et coll. (2016). Les différences de volume d'entraînement (300 ou 400 kcal/session *versus* 600 kcal/session) induisent paradoxalement les mêmes diminutions chez des personnes en surpoids ou avec une obésité modérée (Church et coll., 2009 ; Rosenkilde et coll., 2012 ; Donnelly et coll., 2013). La différence entre la perte de poids attendue et réelle, notamment dans les hautes doses d'exercice, s'explique principalement par un apport calorique augmenté compensatoire et/ou une dose d'activité physique trop faible (Rosenkilde et coll., 2012 ; Thomas et coll., 2012 ; Alkahtani et coll., 2014). Des modifications du métabolisme de base et/ou de masse musculaire peuvent également être impliquées (Rosenkilde et coll., 2012). Ces différents facteurs explicatifs évoluent différemment chez les répondeurs (perte de poids \geq 5 %) et les non-répondeurs (perte de poids < 5 %) (Herrmann et coll., 2015). L'effet du genre sur la perte de poids reste peu étudié car il existe une sous-représentation des hommes dans les études interventionnelles dont l'objectif principal est la perte de poids (27 % d'hommes *versus* 73 % femmes) et ce, quelle que soit la modalité d'intervention (exercice, diète ou les deux) (Pagoto et coll., 2012).

Peu d'essais randomisés traitant de l'effet de l'activité physique seule sur le maintien de la perte poids suite à un programme hygiéno-diététique (activité physique associée ou non à une diète) sont disponibles (Borg et coll., 2002 ; Kukkonen-Harjila et coll., 2005). Ils rapportent des résultats divergents en partie expliqués par une faible adhésion au programme, une prescription de la quantité d'exercice variable et des différences dans les durées de suivi

(Catenacci et coll., 2007). La meilleure combinaison pour le maintien de la perte de poids est l'association : amélioration des habitudes alimentaires et augmentation de l'activité physique. Ainsi, le maintien de plus de 10 % de perte de poids à 2 ans était obtenu seulement dans le groupe de patients obèses pratiquant 275 min/semaine d'activité physique (Jakicic et coll., 2008). Dans sa méta-analyse incluant des ERC centrées sur les effets de médicaments anti-obésité, de diète et/ou d'exercice (3 ERC, n = 146) sur le maintien de la perte de poids suite à un régime à faibles ou très faibles calories, Johansson et coll. (2014) rapportent un effet non significatif de l'exercice (0,8 kg IC 95 % [-1,2 à 2,8], durée moyenne de suivi de 6 à 10 mois). Les programmes d'activité physique proposés dans les seules 3 ERC incluses dans cette méta-analyse étaient de la marche ou des exercices de renforcement musculaire (Fogelholm et coll., 2000 ; Borg et coll., 2002 ; Christensen et coll., 2013). Les études observationnelles ou rétrospectives concluent elles aussi à une relation forte entre l'activité physique et le maintien de la perte de poids (Catenacci et coll., 2007 ; Soleymani et coll., 2016). Pour exemple, la base de données américaine Registre National du Contrôle du Poids, étude observationnelle sur 10 ans, inclut des personnes avec une perte de poids initiale supérieure à 13,6 kg et un maintien d'au moins un an. Les caractéristiques communes des personnes ayant maintenu leur perte de poids sont une modification de leur régime, une activité physique augmentée, avec la marche comme activité physique la plus fréquente : en moyenne 1 h d'activité physique par jour, un auto-contrôle des apports caloriques et de l'activité physique (Phelan et coll., 2006). Plus récemment, à partir de ce même registre, Catenacci et coll. (2014) ont réparti les personnes ayant maintenu leur perte de poids en 4 groupes en fonction de leur niveau d'activité physique habituel à l'inclusion (évalué par questionnaire). Les patients rapportant les plus hauts niveaux d'activité physique maintiennent davantage leur perte de poids. Ceux avec un haut niveau d'activité physique à l'inclusion sont aussi engagés dans des habitudes alimentaires plus saines. De façon intéressante, l'étude ancillaire « *Look AHEAD Movement and memory* » rapporte un maintien de la condition physique (sauf la qualité de force) de 8 ans, chez les patients obèses diabétiques randomisés dans le groupe intervention intensive (diète et exercice) comparé au groupe éducation (Houston et coll., 2015). Dans le même sens, l'augmentation du niveau de condition physique contribue à la diminution sur le long terme (3 ans) de la masse grasse et de la masse grasse viscérale (programme SYNERGIE) (Borel et coll., 2017).

L'effet de l'activité physique sur la perte de poids post-chirurgie bariatrique semble positif au vu des 14/17 études observationnelles incluses dans la méta-analyse d'Egberts et coll. (2012) qui rapporte une perte de poids supérieure

en moyenne de 3,62 kg dans les groupes exercés par comparaison avec les groupes non-exercés.

Comme souligné dans la position de consensus de l'*European Association for the Study of Obesity (EASO)*, la prise en charge des personnes obèses ne doit plus se focaliser sur la perte de poids mais sur la diminution du tour de taille et les changements de composition corporelle notamment la diminution de la masse grasse (Yumuk et coll., 2014). Celle-ci diminue significativement suite à un entraînement en endurance ou mixte chez les personnes obèses et les patients ayant un syndrome métabolique (Pattyn et coll., 2013 ; Schwingshackl et coll., 2013 ; Clark et Goon, 2015). L'exercice en endurance induit une lipolyse par une augmentation des catécholamines, de l'hormone de croissance et des peptides natriurétiques cardiaques ainsi que la baisse de l'insuline. L'entraînement améliore cette utilisation des lipides. L'utilisation des substrats à l'exercice diffère selon l'intensité : un exercice d'intensité modérée, par exemple au Lipoxmax (Pérez-Martin et coll., 2001), engendre une oxydation des lipides au cours de l'exercice, tandis qu'un exercice intensif l'engendre au cours de la récupération (Pillard et coll., 2010). Dès lors, quelle intensité choisir pour une plus grande utilisation des lipides et par suite la perte possible de masse grasse, même si cette relation semble plus complexe ? Chez l'obèse, suite à des programmes courts, les deux types d'entraînement (modéré continu *versus* intensif intermittent) ont pour effet une même augmentation de l'oxydation des lipides à l'exercice (Alkathani et coll., 2013 ; Lanzi et coll., 2015). Par contre, leurs effets sur la masse grasse totale sont plus controversés, avec soit la même diminution, soit une diminution plus grande suite au protocole intensif intermittent (Sijie et coll., 2012 ; Keating et coll., 2014).

En fait, plus que la perte de masse grasse totale, il importe surtout de diminuer la masse grasse viscérale (tableau 8.I). En effet, le tissu adipeux abdominal n'est pas métaboliquement inerte mais au contraire physiologiquement actif. Il participe aux régulations métaboliques *via* la sécrétion d'AGL (acides gras libres), d'adipokines entretenant un état inflammatoire chronique de bas grade. L'analyse de l'état de l'art, reposant notamment sur les méta-analyses de Ohkawara et coll. (2007), Ismail et coll. (2012), Vissers et coll. (2013) et Verheggen et coll. (2016), permet clairement d'établir que l'entraînement en endurance diminue significativement la masse grasse viscérale avec ou sans perte de poids associé (tableau 8.I). En absence de perte de poids, une diminution de 6,1 % de masse grasse viscérale est observée avec l'exercice (Verheggen et coll., 2016). Il est intéressant de noter que l'exercice est plus efficace que la diète pour induire une diminution de la masse grasse viscérale (Verheggen et coll., 2016). Autant Ohkawara et coll. (2007) notent une

Tableau 8.1 : Effets de l'activité physique seule sur la masse grasse viscérale (MGV) : résultats des méta-analyses publiées

Référence	N/type études	Population			Type d'intervention				Mesure MGV	Résultats	
		N	Sexe	Âge (ans)	IMC	Nature	Intensité	Fréquence			Durée
Ohkawara et coll., 2007	9 ERC 7 nERC	582	F-H	20-60	26,2 à 32,9	Aérobie	5,9 à 47,1 METs/h/sem	3 à 7/sem	8 sem à 1 an : 10 groupes ≤ 16 sem 11 groupes > 16 sem	CT ou IRM	17 études ↓, 4 NS Relation dose-réponse entre Aérobie et ↓ MGV chez les seules personnes obèses métaboliquement saines (n = 425) Relation entre METs h/sem et ↓ MGV chez les femmes métaboliquement saines ou non Intervention ≤ 16 sem plus efficace
Ismail et coll., 2012	35 ERC	2 145	17 ERC F 4 ERC H 11 H-F	28-83	30 à 36,7 (18 RCT) 25,3 à 29,7 musculaire (15 RCT) 22,0 à 23,9 Mixte (2 RCT)	Aérobie (27 ERC) Endurance musculaire (14 ERC) Mixte (6 ERC)	60-75 % FCmax 30-100 % 1-RM	1 à 7/sem 2 à 5/sem 3 à 6/sem	4 à 52 sem 12 à 104 sem	CT ou IRM	Aérobie vs Témoin : ↓ avec l'aérobie (ES = -0,33 ; IC 95 % [-0,52 à -0,14] p < 0,01) ↓ MGV présente avec ou sans perte de poids Force vs Témoin : pas d'effet significatif (ES = 0,09 ; IC 95 % [-0,17 à 0,36] p = 0,49) Aérobie vs Force : tendance à un effet supérieur de l'aérobie (ES = 0,23 ; IC 95 % [-0,02 à 0,5] p = 0,07) Combiné vs Témoin : pas d'effet significatif (ES = -0,28 ; IC 95 % [-0,69 à 0,14] p = 0,19)
Vissers et coll., 2013	9 ERC 6 nERC	852	6-F 6-H 2-F-H	30 à 73	27,4 à 34	Aérobie (13 ERC) Endurance musculaire (2 ERC) Mixte (2 ERC)	50-80 % FCmax 3 fois 8-12 répétitions/exercice	3 à 7/sem 2 à 3/sem	10 sem à 1 an 8 à 12 mois 8 à 12 mois	CT ou IRM	SMD = -0,464, IC 95 % [-0,313 à -0,616] p < 0,01 Effet sexe : chez les femmes (-0,550) et chez les hommes (-0,589) Nature ex : ↓ > en Aérobie (-0,550) qu'en force (-0,529), pas d'effet avec Combiné Intensité ex : ↓ significative MGV seulement avec modéré à forte
Vergheggen et coll., 2016	50 ERC et nERC	2 411	F-H	21 à 73	24,9 à 36,9	Aérobie	Faible à vigoureuse	3 à 7/sem	4 à 65 sem	CT ou IRM	SMD = -0,47, IC 95 % [-0,56 à -0,39] p < 0,0001 Corrélation modérée entre perte de poids et diminution MGV (r ² = 0,453, p < 0,001)

ERC : Essai Randomisé Contrôlé ; nERC : Essai non Randomisé Contrôlé ; IRM : Imagerie par résonance magnétique ; CT : Tomographie ; ES : Effect size ; SMD : Standard mean difference.

relation linéaire significative ($r = -0,75$) entre la dose d'exercice aérobie (notion METs h/semaine) et la perte de masse grasse viscérale chez les personnes obèses métaboliquement saines, avec une valeur minimale de 10 METs h/semaine, autant cette relation n'est pas retrouvée dans la méta-analyse d'Ismaël et coll. (2012), qui ne différencie pas les sous-groupes de personnes obèses. Les intensités d'exercice aérobie modérée à forte sont plus efficaces pour diminuer la masse grasse viscérale que les intensités faibles ($< 60\%$ FCmax ou $< 45\%$ $\dot{V}O_2$ max) (Vissers et coll., 2013). L'entraînement en renforcement musculaire n'engendre pas de modifications significatives de la masse grasse viscérale (Ismail et coll., 2012 ; Vissers et coll., 2013). Ainsi, les 14 ERC incluses dans la méta-analyse d'Ismaël et coll. (2012) évaluant les effets d'exercices de renforcement musculaire sur cette masse grasse viscérale concluent à une absence d'effet (taille de l'effet 0,09, IC 95 % [-0,17 à -0,36], $p = 0,49$). Au travers des 4 ERC incluses dans la méta-analyse d'Ismaël et coll. (2012), la combinaison de l'entraînement en endurance et l'entraînement de renforcement musculaire n'induit pas de réduction significative de la masse grasse viscérale. Des travaux complémentaires sur cette modalité d'entraînement sont nécessaires afin de mieux appréhender ses effets sur la masse grasse viscérale. En accord avec ces résultats, les auteurs préconisent qu'ajouter un entraînement en renforcement musculaire à l'endurance ne devrait pas se faire au détriment du volume consacré à l'endurance.

En revanche, lorsque l'on considère les effets de l'activité physique sur le tour de taille, corrélé à la masse grasse abdominale, les résultats sont légèrement différents. Ainsi, Schwingshackl et coll. (2013), dans leur méta-analyse, notent une diminution du tour de taille chez les personnes en surpoids ou obèses avec un entraînement mixte, identique à celui avec un entraînement en endurance seul, mais significativement supérieure par rapport à un entraînement en renforcement musculaire. Pattyn et coll. (2013) rapportent également, chez des personnes présentant un syndrome métabolique, une réduction du tour de taille suite non seulement à un entraînement en endurance seul (7 ERC) mais aussi à un entraînement en renforcement musculaire (1 ERC) ou encore mixte (2 ERC). Enfin, la perte de masse maigre est conséquente suite à un régime seul, alors qu'elle est réduite si de l'exercice physique est associé au régime (Hunter et coll., 2008 ; Miller et coll., 2013 ; Clark, 2015). Sans régime associé, un entraînement en renforcement musculaire seul ou combiné augmente plus la masse maigre qu'un entraînement en endurance (Schwingshackl et coll., 2013). Ce résultat accentue le fait de ne pas se focaliser sur la perte de poids mais bien sur les changements de composition corporelle (c'est-à-dire masse grasse et masse musculaire). Cette prise de masse musculaire entraîne un gain fonctionnel,

un métabolisme de base plus élevé et équivaut à une augmentation de tissu insulino-sensible, limitant ainsi le développement de l'insulino-résistance et du diabète de type 2.

Patients atteints de diabète de type 2

Le but principal du traitement dans le diabète de type 2 est d'obtenir et de maintenir des niveaux acceptables de glycémie, des lipides et de pression artérielle, notamment pour prévenir ou retarder l'apparition des complications pathologiques. Dans ce contexte, les modifications des habitudes de vie, notamment nutritionnelles et d'activité physique sont essentielles et ne doivent pas être remplacées de facto par la médication propre au diabète de type 2 (Colberg et coll., 2010 ; Hordern et coll., 2012). Les effets de l'activité physique chez le patient diabétique de type 2 ont fait l'objet de très nombreuses études randomisées et contrôlées et qui ont également été compilées dans plusieurs méta-analyses de grande ampleur depuis 2006. Les résultats sont particulièrement intéressants sur le contrôle de la glycémie, largement reconnue comme un facteur de risque majeur d'apparitions des complications de cette pathologie. L'exercice aérobie a longtemps été le type d'activité physique indiqué pour réduire la glycémie et l'insulino-résistance. En effet, une semaine d'exercice suffit à modifier la sensibilité à l'insuline chez le diabétique de type 2, et ceci peut être le cas même lors d'une séance unique avec des effets entre quelques heures à 3 jours (Boulé et coll., 2001). Ces effets passent notamment par des mécanismes complexes dont l'augmentation de l'activité des protéines impliquées dans le métabolisme glucidique ou la signalisation de l'insuline (Sylow et coll., 2017). Le renforcement musculaire améliore également la glycémie et la sensibilité à l'insuline chez les patients diabétiques de type 2 (Yang et coll., 2014). Au-delà de l'effet transitoire en réponse à un exercice aigu, l'augmentation de la masse musculaire est un élément essentiel permettant un captage musculaire plus important du glucose (Willey et coll., 2003).

Cependant, utiliser les niveaux de glycémie sanguine ou d'insuline circulante pour suivre l'équilibre glycémique des patients n'est plus la méthode de référence. En effet, ces paramètres varient fortement selon les patients, les moments de mesure, les activités récentes, etc. Il semble donc essentiel de pouvoir évaluer l'équilibre glycémique permettant un feedback au long court pour le patient. Le suivi de cet équilibre glycémique sur une période longue est aujourd'hui rendu possible grâce à la mesure de l'hémoglobine glyquée (HbA1c). L'hémoglobine est présente dans tous les globules rouges et possède une affinité importante avec le glucose. Aussi, plus la glycémie est

élevée, plus le glucose est lié à l'hémoglobine, appelée hémoglobine glyquée ou HbA1c. La durée de vie des globules rouges étant d'environ 120 jours, l'HbA1c est fonction de l'équilibre glycémique durant une période de 2 à 3 mois. Le diabète de type 2 est diagnostiqué lorsque l'HbA1c est supérieure à 6,5 %. Ce paramètre est d'autant plus intéressant qu'il est un très bon marqueur des complications à long terme (Gerst et coll., 2015) et du risque de développer une pathologie cardiovasculaire (Selvin et coll., 2004). Les recommandations actuelles de la Haute Autorité de santé (HAS) fixent pour objectif une HbA1c inférieure à 7 % pour la plupart des cas de diabète de type 2. Cependant, il est à noter qu'une étude récente basée sur la cohorte ADVANCE a démontré l'intérêt d'un contrôle intensif de la glycémie (cible HbA1c < 6,5 %) pour une réduction plus importante des complications macro et microvasculaires en comparaison avec un objectif standard (cible HbA1c < 7 %) (Van der Leeuw et coll., 2016).

Pour toutes ces raisons, le « *endpoint* » principal dans tous les essais randomisés contrôlés ou les méta-analyses récentes est donc la réduction de ce marqueur sanguin. L'étude UKPDS 34 publiée dans *Lancet*, sur la base de 1 704 patients diabétiques de type 2 d'un âge moyen de 53 ans, a établi qu'une réduction de 0,6 % de l'HbA1c était cliniquement significative (UKPDS Group, 1998). En effet, ce seuil permettait d'observer une réduction des épisodes hyperglycémiques, du poids, de la morbi-mortalité cardiovasculaire ou liée au diabète de type 2. Une diminution de 1 % de l'HbA1c était associée à des réductions de 37 % et 14 % des complications microvasculaires et des accidents ischémiques, respectivement. Néanmoins, il s'agit ici d'être prudent puisque ces conclusions sont basées uniquement sur les réponses aux traitements médicamenteux. Comme l'avaient rapporté dans un premier temps les dernières recommandations de la Société Francophone du Diabète, plusieurs méta-analyses ont confirmé avec un niveau de preuve élevé, que l'activité physique seule permettait d'améliorer significativement l'équilibre glycémique sans observer pour autant des modifications de masse corporelle (Duclos et coll., 2013). Plusieurs revues systématiques et méta-analyses rigoureuses, dont une analyse *Cochrane*, ont rapporté qu'une activité physique seule, pratiquée avec une intensité modérée à soutenue, a un effet significatif et cliniquement efficient sur l'HbA1c (Thomas et coll., 2006, 2009 ; Chudyk et Petrella, 2011 ; Röhling et coll., 2016 ; Huang et coll., 2016). D'autres travaux sur des grands nombres (de 1 000 à plus de 8 000 patients issus de plusieurs dizaines d'essais randomisés contrôlés) ont confirmé ces observations, mais il existait entre 11 et 21 % d'études proposant également une diète alimentaire associée (Snowling et Hopkins, 2006 ; Umpierre et coll., 2011). Toutes les formes d'exercice diminuent de manière faible à modérée l'HbA1c et ces effets sont comparables à ceux retrouvés dans la littérature

pour les programmes nutritionnels, l'utilisation de médicaments spécifiques ou de traitements à l'insuline (-0,5 à 1,5 %) (Snowling et Hopkins, 2006 ; Chudyk et Petrella, 2011). Le tableau 8.II présente en détail l'ensemble de ces études. Cette amélioration d'HbA1c s'explique notamment par la diminution de la production hépatique du glucose, l'amélioration du transport et de l'utilisation du glucose dans le muscle et surtout la réduction de l'insulino-résistance.

Type, volume et intensité d'activité physique chez le patient diabétique de type 2

La question du type d'exercice à prescrire, soit des exercices permettant de développer l'endurance, la force musculaire ou les deux combinés, est au cœur des préoccupations dans la prise en charge des patients diabétiques. De nombreux essais randomisés et contrôlés ont été compilés par les méta-analyses et montrent des résultats significatifs dès que les programmes durent plus de 8 semaines, quel que soit le type d'exercice proposé (Snowling et Hopkins, 2006 ; Chudyk et Petrella, 2011 ; Umpierre et coll., 2011 ; Yang et coll., 2013). Il apparaît très clairement des effets significatifs des programmes, en endurance seule ou associée à du renforcement musculaire, sur la baisse de l'HbA1c (-0,51 à -0,73 %) (Snowling et Hopkins, 2006 ; Chudyk et Petrella, 2011 ; Umpierre et coll., 2011). Le tableau 8.II présente en détail l'ensemble de ces études. L'endurance seule semble avoir un effet supérieur au renforcement musculaire pour impacter l'équilibre glycémique (Yang et coll., 2014). En effet, des résultats contradictoires existent sur les programmes basés uniquement sur le renforcement musculaire. Chudyk et Petrella (2011) ne montrent pas d'effet significatif sur la base de 8 ERC, alors que dans la méta-analyse publiée la même année par Umpierre et coll. (2011), le renforcement musculaire semble significativement impacter HbA1c en comparaison du groupe contrôle (-0,33 % *versus* -0,57 %). Cependant, dans cette dernière publication, seuls les programmes ne proposant que des activités physiques supervisées ont été inclus, soit seulement 4 essais randomisés et contrôlés sélectionnés. Dans ce sens, une revue systématique récente (Röhling et coll., 2016) a montré que 3 essais randomisés et contrôlés sur les 4 inclus rapportaient une baisse significative de HbA1c, mais une seule permettait d'atteindre un seuil cliniquement significatif (-1,1 %, Castaneda et coll., 2002). Au regard de ces travaux, il semble que les programmes combinant les deux types d'exercice permettent une baisse plus importante d'HbA1c chez les patients diabétiques de type 2 que les activités seules d'endurance ou de renforcement musculaire (Snowling et Hopkins, 2006 ;

Tableau 8.II : Effets de l'activité physique seule sur l'hémoglobine glyquée (HbA1c) : résultats des principales méta-analyses publiées

Référence	N/type études	Population			Type d'intervention				Résultats	
		N	Sexe	Âge (années)	Durée du diabète (années)	Nature	Intensité/Volume	Fréquence		Durée
Thomas et coll., 2005 et 2009	14 ERC	377	NC	45 à 65 en moyenne	NC	Aérobic, fitness ou renforcement musculaire	Exercice aérobic continu ou intermittent, exercice de force à intensité progressive, différentes combinaisons aérobic-renforcement musculaire	1 à 5/sem	8 à 52 sem	Uniquement des ERC qui proposaient une activité physique supervisée d'au moins 8 semaines exclusivement sans aucun programme ou diète alimentaire. Les types d'exercice n'ont pas été différenciés lors de la sélection des études Exercice vs Témoin : ↓ de 0,60 % (-0,6 DMP, IC 95 % [-0,9 à -0,3]) Les programmes de moins de 3 mois ont permis une réduction plus importante de HbA1c (-0,8 DMP, IC 95 % [-1,2 à -0,4]) en comparaison avec les programmes de 3 à 12 mois
Snowling et Hopkins, 2006	27 ERC	1003	55 ± 34 % H	55 ± 7	4,9±1,8 ans (71±38 % sous traitement) HbA1c au début du programme : 8,6±1,3 %	Aérobic (18 ERC, n = 589) Force (6 ERC, n = 212) Combiné (5 ERC, n = 231)	Échelle d'intensité 1 (faible) à 5 (> 80 % VO ₂ max ou > 85 % 1-RM) 28 % ERC > 3 90 à 270 min/sem 40 % ERC > 3 135 à 300 min/sem 0 % ERC > 3 180 à 225 min/sem	2 à 7/sem 3 à 5/sem 3 à 4/sem	6 à 104 sem (volume total : 14 ± 135,2 h) 5 à 26 sem (volume total : 24 à 58,5 h) 8 à 52 sem (volume total : 24 à 156 h)	Uniquement les ERC qui proposaient une activité physique supervisée ont été inclus dans cette méta-analyse. 11,1 % des études proposaient une diète alimentaire associée * Effet global des interventions pour les études avec une durée supérieure à 12 semaines : ↓ de 0,8±0,3 % de HbA1c (< 12 sem : 0,4±0,4 %) Aucune différence significative entre les hommes et les femmes Aérobic vs Témoin : ↓ -0,37±0,16 (EM ± IC 90 %) ; taille de l'effet : faible Renforcement musculaire vs Témoin : ↓ -0,29±0,25 (EM ± IC 90 %) ; taille de l'effet : faible Combiné vs Témoin : ↓ -0,43±0,29 (EM ± IC 90 %) ; taille de l'effet : faible

Tableau 8.II (suite) : Effets de l'activité physique seule sur l'hémoglobine glyquée (HbA1c) : résultats des principales méta-analyses publiées

Référence	N/type études	Population				Type d'intervention				Résultats
		N	Sexe	Âge (années)	Durée du diabète (années)	Nature	Intensité/Volume	Fréquence	Durée	
Chudyk et Petrella, 2011	34 ERC	NC	NC	> 18 ans	NC	Aérobic (21 ERC) Renforcement musculaire (8 ERC) Combiné (10 ERC)	50 à 85 % $\dot{V}O_{2pic}$ ou 55 à 85 % de Fcmax 5 à 10 groupes musculaires, 50 à 80 % 1-RM 35 à 85 % FCmax 50 à 85 % 1-RM	1 à 7/sem 3/sem 3 à 5/sem	8 à 52 sem 8 à 36 sem 8 à 104 sem	Uniquement les ERC qui proposaient au moins 8 semaines d'intervention exclusivement sans programme ou diète alimentaire (incluant des études avec une activité physique non supervisée) ont été inclus dans cette méta-analyse Aérobic vs Témoin : ↓ de 0,6 % (-0,62 DMP, IC 95 % [-0,98 à -0,27]) Renforcement musculaire vs Témoin : NS (-0,33 DMP, IC 95 % [-0,72 à -0,05]) Combiné vs Témoin : ↓ de 0,67 % (-0,67 DMP, IC 95 % [-0,93 à -0,40])
Umpierre et coll., 2011	47 ERC	8 538	NC	52±7 à 63±8	NC	Aérobic (18 ERC, n = 848) Renforcement musculaire (4 ERC, n = 261) Combiné (7 ERC, n = 404) Programme d'activité physique conseillé (24 ERC, n = 7 025)	30 à 150 min/sem 5 à 9 groupes musculaires, 15 à 27 séries/séance 40 à 75 min/sem et 9 à 24 séries/séance 45 à 315 min/sem	2 à 5/sem 3/sem 3 à 4/sem 2 à 5/sem	12 à 52 sem 16 à 39 sem 12 à 52 sem 12 à 104 sem	Uniquement des ERC qui proposaient une activité physique supervisée et avec une programmation précise de l'activité physique et des ERC proposant uniquement des conseils pour la réalisation de l'activité physique. 21,2 % des études proposaient une diète alimentaire associée *Effet global des interventions pour les études avec une supervision (n = 1 533) : ↓ de 0,67 % (IC 95 % [-0,84 à -0,49]) de HbA1c Aérobic vs Témoin : ↓ de 0,73 % (-0,73 DMP, IC 95 % [-1,06 à -0,40]) Renforcement musculaire vs Témoin : ↓ de 0,57 % (-0,57 DMP, IC 95 % [-1,14 à -0,01]) Combiné vs Témoin : ↓ de 0,51 % (-0,51 DMP, IC 95 % [-0,79 à -0,23]) Conseil vs Témoin : ↓ de 0,43 % (-0,43 DMP, IC 95 % [-0,59 à -0,28]) Aucune différence significative n'est retrouvée pour les programmes incluant uniquement des conseils pour l'activité physique sans préconisations nutritionnelles (14 ERC, n = 712)

Tableau 8.II (suite) : Effets de l'activité physique seule sur l'hémoglobine glyquée (HbA1c) : résultats des principales méta-analyses publiées

Référence	N/type études	Population			Type d'intervention				Résultats	
		N	Sexe	Âge (années)	Durée du diabète (années)	Nature	Intensité/Volume	Fréquence		Durée
Yang et coll., 2013	12 ERC	626	55,0 ±25,4 % F (10 études mixtes, 1 étude F, 1 étude H)	48,0±6,0 à 59,0±7,0	2,6±1,8 à 12,0±9,0 HbA1c au début du programme : 7 à 9 %	Aérobic Renforcement musculaire	50 à 85 % VO ₂ pic ou 60 à 75 % de FCmax ou 60 à 85 % FC de réserve 15 à 60 min/séance 5 à 10 groupes musculaires, 2 à 6 séries, 6 à 20 séries/séance, 30 à 60 min/séance	2 à 4/sem 2 à 4/sem	8 à 52 sem 8 à 52 sem	Uniquement des ERC qui proposaient une activité physique supervisée et avec une programmation précise de l'activité physique comparant les activités aérobies aux activités en Renforcement musculaire * Effet des interventions aérobic vs force : différence de 0,18 % (IC 95 % [-0,01 à 0,36]) de HbA1c en faveur des activités aérobies (Présence d'hétérogénéité dans l'étude : I ² = 51 %, p = 0,02) Aérobic pré vs post : ↓ de 0,46 % (-0,46 DMP, IC 95 % [-0,64 à -0,29]) Renforcement musculaire pré vs post : ↓ de 0,32 % (-0,32 DMP, IC 95 % [-0,45 à -0,19])
Röhling et coll., 2016	13 ERC	735	40,7±21,7 F (12 études mixtes, 1 H)	52±8 à 69±4	4 ± 2 à 10 ± 8 (93 % sous traitement) HbA1c au début du programme : 6,6 à 8,5 %	Aérobic Renforcement musculaire Combiné	Échelle d'intensité : Modérée, 50-69 % FC de réserve ou 30-65 % 1-RM Modérément intense, 70-85 % FC de réserve ou 65-80 % 1-RM. Forte, > 85 % FC de réserve ou > 85 % 1-RM. Intensité modérée à intense forte, 30 à 60 min/séance Intensité modérée à intense forte, 45 à 60 min/séance Intensité modérée à intense forte, 30 à 90 min/séance	2 à 5/sem 3 à 4/sem 3 à 5/sem	12 à 52 sem 16 à 50 sem 12 à 104 sem	Uniquement des ERC qui proposaient une activité physique supervisée et avec une programmation précise de l'activité physique sans restriction calorique Les auteurs n'ont pas conduit de méta-analyse en raison des différences méthodologiques des programmes d'activité physique 4 études sur 6 avec une ↓ HbA1c significative. Seules 3 études ont atteint le seuil de significativité clinique (de -0,7 à -1,6 %) 3 études sur 4 avec une ↓ HbA1c significative. Seule 1 étude a atteint le seuil de significativité clinique (-1,1 %) 7 études sur 10 avec une ↓ HbA1c significative. Seules 5 études ont atteint le seuil de significativité clinique (de -0,6 à -1,5 %) 4 études sur 5 proposant une intensité modérée n'ont pas réduit significativement HbA1c (+ 0,1 % à -0,5 %)

Tableau 8.II (fin) : Effets de l'activité physique seule sur l'hémoglobine glyquée (HbA1c) : résultats des principales méta-analyses publiées

Référence	N/type études	Population				Type d'intervention				Résultats
		N	Sexe	Âge (années)	Durée du diabète (années)	Nature	Intensité/Volume	Fréquence	Durée	
Liubaerjijin et coll., 2016	8 ERC	235	36,3 % F (5 études mixtes, 2 études H, 1 étude NC)	50,3±6,3 à 63,0±5,0	3,5±2,4 à 20,5±1,5	Aérobic à haute intensité intermittent, HIIT (4 ERC) Aérobic à intensité faible continue, LICT (2 ERC) Aérobic à intensité modérée continue, MICT (6 ERC) Aérobic à haute intensité continue, HICT (3 ERC)	Pour tous les programmes : - Intensité faible $\leq 45\% \text{ VO}_2\text{max}$ - Intensité modérée 46 - 63 % VO_2max - Intensité forte $\geq 64\% \text{VO}_2\text{max}$	3 à 5/sem 3 à 6/sem 3 à 5/sem 3 à 5/sem	12 à 16 sem 12 à 16 sem 12 à 24 sem 12 à 24 sem	Uniquement des ERC qui proposaient une comparaison entre des activités aérobies de différentes intensités et modalités * Effet global des interventions intensités élevées vs intensités faibles : différence de 0,22 % (-0,22 DMP, 95 % IC [-0,38 à 0,06]) de HbA1c en faveur des activités aérobies à intensité élevée HIIT vs LICT : ↓ de 1,20 % (-1,20 DMP, IC 95 % [-2,91 à -0,51]) HIIT vs MICT : ↓ de 0,23 % (-0,23 DMP, IC 95 % [-0,43 à -0,02]) HICT vs LICT : ↓ de 0,40 % (-0,40 DMP, IC 95 % [-1,12 à -0,32]) HICT vs LICT : ↓ de 0,16 % (-0,16 DMP, IC 95 % -0,42 à -0,10).
Ishiguro et coll., 2016	23 ERC	954	54,3±23,3 % (20 études mixtes, 2 études F, 1 étude H)	44,7 à 68,1	4,8 à 8,1 (informations dans 11 ERC) HbA1c au début du programme : 6,7 à 9,2 %	Renforcement musculaire	5 à 10 groupes musculaires, 7 à 18 répétitions/série/2,5 à 4 séries/séance 45 à 81 % 1 RM	2,5 à 5/sem	5 à 52 sem	Uniquement des ERC qui s'intéressaient à des programmes de renforcement musculaire incluant un groupe témoin d'au moins 5 semaines * Effet global des interventions de renforcement musculaire : Réduction de 0,34 % (-0,34 taille d'effet, IC 95 % [-0,53 à -0,16]) de HbA1c en comparaison aux groupes contrôlés. < 21 séries vs > 21 séries : P = 0,03 < 21 (↓ de 0,65 % taille d'effet IC 95 % [-0,97 à -0,32], > 21 (↓ de 0,16 % taille d'effet IC 95 % [-0,38 à -0,05]) Pour chaque incrément de 1 % de HbA1c, taille d'effet est augmentée de 0,036 %

HbA1c : hémoglobine glyquée ; ERC : Essai Randomisé Contrôlé ; EM : effet moyen ; ES : taille d'effet ; SMD : *standard mean difference* ; DMP : différence moyenne pondérée ; NC : non communiqué. Les tailles d'effet sont basées sur l'échelle suivante : < 0,20 : effet trivial ; 0,20 – 0,60 : effet faible ; 0,60 – 1,20 : effet modéré ; > 1,20 : effet fort (Snowling et Hopkins, 2006).

Chudyk et Petrella, 2011 ; Röhling et coll., 2016). Sur 28 essais randomisés et contrôlés retenus proposant des activités physiques combinées, une revue systématique a identifié 17 études qui ont atteint le seuil cliniquement significatif de réduction de l'HbA1c. Dans 6 études sur 9 proposant des exercices combinés, les patients bénéficiaient de meilleurs résultats sur l'HbA1c que les patients qui ne pratiquaient que des activités d'endurance ou de renforcement musculaire de façon isolée. De plus, le contrôle glycémique semblait impacté positivement lorsque les séances d'endurance ou de renforcement musculaire n'étaient pas réalisées les mêmes jours (Oliveira et coll., 2012). Pour les programmes combinés, il semble cependant que les études n'incluant que des activités aérobies à intensité modérée ne permettaient pas d'amélioration de l'HbA1c (Röhling et coll., 2016).

La pluralité des méthodes et des programmes utilisés dans les études ainsi que le manque de détails des protocoles compliquent le choix d'une stratégie optimale pour la prescription de l'activité physique. Néanmoins, cet effet supérieur des programmes combinés peut notamment être expliqué par une potentialisation du métabolisme musculaire glucidique et lipidique (Sparks et coll., 2013).

À notre connaissance, il n'existe qu'une seule étude randomisée et contrôlée reconnue pour tester les recommandations officielles de 2008 (500 à 1 000 MET min/semaine, soit 150 minutes à une intensité de 5 METs et combinées avec 2 séances de renforcement musculaire) publiée dans *JAMA* (Church et coll., 2010). 262 femmes et hommes diabétiques de type 2 (55,8±8,7 ans, durée de la pathologie 7,7±1,0) ont été inclus dans des programmes de 9 mois totalement supervisés, soit aérobie (680 MET min/semaine), soit en renforcement musculaire (570 MET min/semaine), soit dans un programme combinant les deux types d'exercice sans régime hypocalorique associé et tout en contrôlant la dépense énergétique hebdomadaire. Cette étude démontre la supériorité et l'efficacité du programme combiné sur la réduction de l'HbA1c, avec un volume de pratique d'environ 140 minutes par semaine répondant ainsi aux recommandations américaines pour les patients diabétiques de type 2 (combiné : -0,34 % [-0,64 à -0,03] ; p = 0,03 ; aérobie : -0,24 % [-0,55 à 0,07] ; p = 0,14 ; renforcement musculaire : -0,16 % [-0,46 à 0,15] ; p = 0,32). Il faut noter que les effets les plus significatifs sont retrouvés chez les patients présentant les niveaux d'HbA1c les plus importants (> 7 %) et que l'amélioration de l'équilibre glycémique permet un allègement du traitement médicamenteux (Umpierre et coll., 2011 ; Gordon et coll., 2009). Une analyse per-protocole n'impliquant que les patients présentant une compliance à la prescription de 70 % n'a pas modifié ces résultats. Le volume hebdomadaire est effectivement une

question majeure puisqu'une méta-analyse chez plus de 8 000 patients a démontré des résultats supérieurs lorsque les patients pratiquaient plus de 150 minutes par semaine (-0,89 % [-1,26 à 0,51] *versus* -0,36 % [-0,50 à -0,23] si moins de 150 minutes par semaine) (Umpierre et coll., 2011).

Les différentes modalités ou intensités sont également questionnées dans beaucoup de travaux. Les sociétés savantes françaises et internationales en recommandent certaines (Colberg et coll., 2010 ; Hordern et coll., 2012 ; Duclos et coll., 2013 ; *ADA Medical Care*, 2015), mais finalement peu d'entre elles sont réellement basées sur des niveaux de preuve élevés. En effet, Hansen et coll. (2009) ont rapporté qu'un programme à intensité faible à modérée (50 % $\dot{V}O_2$ max) avait les mêmes bénéfices sur la fonction cardio-respiratoire et l'HbA1c qu'un programme avec une intensité modérée à soutenue (75 % $\dot{V}O_2$ max). De plus, des travaux chez les patients présentant des pathologies coronaires ne montrent pas de corrélation significative entre les intensités d'effort et l'adhésion des patients aux programmes (Hansen et coll., 2012). Des études randomisées et contrôlées avec de larges effectifs sont donc indispensables pour clarifier ces questions, notamment chez les patients diabétiques de type 2.

La question du temps disponible pour la pratique d'activités physiques étant récurrente (Trost et coll., 2002), les programmes intermittents à haute intensité connaissent un intérêt grandissant, mais peu de données chez les patients atteints de troubles métaboliques existent. Néanmoins, des résultats préliminaires semblent intéressants. Plusieurs études ont démontré une amélioration significative du contrôle glycémique après 1 ou plusieurs séances d'exercice intermittent à haute intensité (90 à 100 % $\dot{V}O_2$ max avec une récupération active ou passive) (Little et coll., 2011 ; Gillen et coll., 2012 ; Terada et coll., 2013 ; Terada et coll., 2016). De plus, ces patients présentaient des hyperglycémies postprandiales et/ou nocturnes moins importantes et moins fréquentes. Ces observations sont majeures puisqu'il est aujourd'hui bien établi que la répétition des phénomènes hyperglycémiques (2 mg.dL⁻¹) sont plus prédictifs de l'apparition des complications cardiovasculaires que la glycémie à jeun (Ceriello et coll., 2005), mais sont également fortement corrélés au niveau d'HbA1c chez les patients diabétiques de type 2 (Praet et coll., 2006). Une méta-analyse s'intéressant à des programmes d'au moins 12 semaines (études non randomisées et/ou non contrôlées) a rapporté très récemment, sur la base de 235 patients, que l'intensité soutenue (exercices intermittents ou continus) permet une baisse supérieure de l'HbA1c, en comparaison des intensités plus faibles -0,22 % [-0,38 à 0,06] (Liubaerjijin et coll., 2016). Plus spécifiquement, comparée à des programmes basés sur des intensités faibles ou modérées, l'intensité soutenue permet d'obtenir de

meilleurs résultats sur l'HbA1c (respectivement -1,20 % [-2,91 à 0,51] et -0,23 % [-0,43 à -0,02]). Au-delà des bénéfices sur les fonctions cardiorespiratoires chez ces patients, les exercices intermittents à haute intensité peuvent également être des alternatives très intéressantes pour l'amélioration du contrôle glycémique ainsi que pour la réduction des complications associées à la pathologie. De plus, ce type de programmes ne semble pas diminuer l'adhésion des patients, ni augmenter les effets indésirables liés à ces programmes (Liubaoerjijin et coll., 2016). À notre connaissance, une seule étude randomisée contrôlée existe à ce jour et ne s'est intéressée qu'à un groupe de 23 femmes diabétiques. Le programme intermittent à haute intensité de 16 semaines (marche et course entre 90 et 100 % de la FC de réserve) a permis une réduction de 12,8 ± 1,1 % de l'HbA1c, tout en réduisant de 25 à 56 % le volume de pratique par semaine, en comparaison avec les recommandations de 150 min/semaine (Alvarez et coll., 2016). La méta-analyse de Jolleyman et coll. (2015) rapporte une baisse significative de l'HbA1c pour les programmes proposant des exercices (64-90 % $\dot{V}O_2$ max et 77-95 % FCmax, Garber et coll., 2011) intermittents à haute intensité chez les patients diabétiques par rapport au groupe exercice en continu (-0,25 % [-0,27 à -0,23] ; $p < 0,001$) ainsi qu'en comparaison avec un groupe contrôle (-0,47 % [-0,92 à -0,01] ; $p = 0,04$). Néanmoins dans ces travaux, aucune différence n'est observée lorsque les programmes intermittents de haute intensité sont comparés à des programmes plus traditionnels à des intensités continues. Ces observations sur la diminution de l'HbA1c sont confirmées par la dernière étude randomisée à ce jour s'intéressant à des femmes ménopausées diabétiques de type 2 et comparant ces deux modalités d'exercice à raison de 2 sessions sur une période de 16 semaines (exercice intermittent de haute intensité : 60 x 8 sec à 77-85 % FCmax et 12 sec de récupération ; exercice continu modéré : 55-60 % FC de réserve) (Maillard et coll., 2016). De plus, la question de l'adhésion est souvent posée pour ces exercices à intensité soutenue (Hansen et coll., 2012). Une étude chez le sujet sain montre que ce type d'effort est plus « ludique », ce qui permettrait une adhésion plus importante (Bartlett et coll., 2011). Des études chez le sujet diabétique de type 2 ne rapportent pas de différences de compliance en comparaison de programmes à base d'exercice continu à intensité faible à modérée (Terada et coll., 2012). Mais des études supplémentaires doivent être menées pour explorer ces questions, même si les efforts à intensité soutenue par intermittence peuvent être facilement adaptés dans différentes formes d'activités physiques, pour des patients présentant des capacités cardiorespiratoires et musculaires limitées (Bird et coll., 2012).

Les recommandations actuelles comportent désormais systématiquement des exercices de renforcement musculaire, puisqu'il a été démontré des effets sur

l'amélioration du contrôle glycémique, de la lipidémie et de la pression artérielle, mais également pour la lutte contre les phénomènes de sarcopénie ou de faiblesse musculaire associés au diabète de type 2 (Gordon et coll., 2009). Néanmoins, très peu d'informations sont disponibles quant à l'intensité, le volume et le type d'exercice en renforcement musculaire à réaliser pour les patients diabétiques de type 2. Avec l'objectif de déterminer le programme idéal de renforcement musculaire pour l'amélioration du contrôle glycémique, Ishiguro et coll. (2016) ont montré que l'amélioration de l'HbA1c était modeste (-0,34 % [-0,53 à -0,16]) avec des effets plus importants pour les patients présentant une HbA1c > 7,5 %. De manière intéressante, les programmes avec plus de 21 séries par séance (-0,65 % [-0,97 à -0,32]) ont une taille d'effet plus importante que ceux avec moins de 21 séries par séance (-0,16 % [-0,38 à 0,05]). Cependant, ni l'intensité, ni la fréquence ou encore le volume total par semaine n'entraînent de bénéfices supplémentaires. Aucune information n'existe chez le patient diabétique de type 2 sur les effets d'une séance unique sur la sensibilité à l'insuline, mais chez le sujet sain (Black et coll., 2010), une session unique de renforcement musculaire induit une amélioration de la sensibilité à l'insuline, ce qui incite à tester des protocoles d'entraînement en faisant varier le nombre de sessions. Suite à des programmes de 12 à 16 semaines, l'amélioration de ce paramètre semble persister durant 4 à 5 jours, permettant d'appuyer l'hypothèse d'une régulation satisfaisante de la sensibilité à l'insuline avec 2 à 3 séances par semaine (Gordon et coll., 2006 ; Brooks et coll., 2006 ; Way et coll., 2016). Sur la base de ces données, le renforcement musculaire devrait être effectué, au moins initialement, à une fréquence importante (5 à 7 fois par semaine) pour l'amélioration du contrôle glycémique et de la sensibilité à l'insuline, puis réduit (2 à 3 séances par semaine) pour maintenir les bénéfices. D'autres études sont indispensables pour répondre à ces questions.

Malgré de très nombreux travaux démontrant les bénéfices de l'activité physique sur le contrôle glycémique, et comme nous l'avons vu précédemment, les patients diabétiques de type 2 restent souvent sédentaires. Umpierre et coll. (2011) démontrent néanmoins que les programmes supervisés et individualisés permettent de bien meilleurs résultats que de simples conseils de pratique. Mais, même dans les études proposant une supervision rapprochée, l'observance d'un programme d'activité structuré semble difficile pour les patients, à moyen et long terme (*Look AHEAD research group*, 2013). De plus, la société actuelle et ses évolutions technologiques ont tendance à favoriser de longues périodes passées en position assise. Dans ce questionnement de la mise en activité des patients et de la rupture avec le temps de sédentarité, les activités de type récréatives ou douces peuvent également être envisagées pour améliorer le contrôle glycémique. Des activités

alternatives comme le Tai-Chi, le Qi-Qong ou encore le yoga sont aujourd'hui très populaires. Cependant, aucune preuve n'est disponible aujourd'hui pour le Tai-Chi (Yan et coll., 2013). Des essais randomisés contrôlés de grande ampleur doivent être menés pour confirmer les effets faibles (sans significativité clinique) de la marche ou du yoga sur l'HbA1c. Néanmoins, les patients pratiquant ce type d'activités à des fréquences importantes (> 5 jours/semaine pour la marche et > 3 jours/semaine pour le yoga) ont des résultats plus probants sur le contrôle glycémique que les pratiquants occasionnels (Pai et coll., 2016). Une étude randomisée contrôlée très récente a pu démontrer également l'intérêt d'une activité physique à intensité faible après les repas (10 minutes après chaque repas *versus* 30 minutes dans la journée) sur la régulation postprandiale de la glycémie (Reynolds et coll., 2016). Dans le même sens, une étude chez 24 patients diabétiques de type 2 en surpoids ou obèses, démontre qu'une interruption d'une longue période de 7 h en position assise par de courtes sessions de 3 minutes de marche ou d'exercices de résistance (absence de différence entre les modalités), toutes les 30 minutes, permet une réduction de l'hyperglycémie postprandiale d'environ 40 % et de l'hyperinsulinisme d'environ 35 % (Dempsey et coll., 2016). Comme l'indiquent les auteurs, ces résultats sont à compléter par des études de grande ampleur, mais ils permettent d'envisager le développement de nouvelles stratégies thérapeutiques. En effet, de courtes périodes d'activité physique peuvent convenir à tous les patients diabétiques de type 2 et permettre potentiellement une adhésion aux recommandations plus importante.

Avec l'ensemble de ces éléments, les dernières recommandations internationales pour les patients diabétiques de type 2 (Colberg et coll., 2010 ; Hordern et coll., 2012 ; Duclos et coll., 2013 ; *ADA Medical Care*, 2015) s'accordent pour recommander un volume hebdomadaire de 2,5 heures à des intensités modérées à fortes, en associant des exercices d'endurance et de renforcement musculaire (tableau 8.III).

Si les activités sont plutôt réalisées à une intensité faible à modérée, il sera nécessaire d'augmenter le volume de pratique à 3,5 heures (210 minutes) par semaine. Les recommandations d'activités physiques « douces » (yoga, tai-chi...) existantes pour les personnes âgées peuvent être transférables dans le diabète de type 2, dont la prévalence est importante chez les plus de 65 ans.

En conclusion, il semble primordial de recommander des séances supervisées, dans des environnements structurés pour les patients. L'absence de modulation du traitement médicamenteux ainsi qu'un suivi strict des habitudes alimentaires, au décours de l'intervention par l'activité physique, permettrait de mieux comprendre les effets propres de l'exercice physique. Bien entendu,

Tableau 8.III : Bases théoriques des caractéristiques de prise en charge par l'activité physique pour les patients diabétiques de type 2

Type d'exercice	Intensité préconisée	Durée totale par semaine	Fréquence
Activités permettant de développer l'endurance (capacité aérobie)	Moderée à forte : 60-90 % FCmax RPE : 5 à 8	Minimum 2,5 h pour les intensités modérées à fortes	3 séances par semaine minimum
<i>Exercices impliquant une masse musculaire importante</i>	Faible à modérée : < 40-60 % FCmax RPE : < 5 Haute intensité intermittente > 100 % FCmax RPE : ≥ 9-10	Objectif de 3,5 h si l'intensité est faible à modérée pour toutes les séances	Possibilité de fractionner les exercices en plusieurs sessions de 10 mn par jour (surtout pour les hautes intensités intermittentes) Jamais 48 h sans exercice
Activités permettant de développer le renforcement musculaire	Moderée à forte : > 50-75 1-RM > 75 % 1-RM optimal pour la sensibilité à l'insuline		2 séances par semaine au minimum
<i>Exercices progressifs impliquant des groupes musculaires importants</i>	8 à 10 exercices différents 2 à 4 séries 8 à 10 répétitions 1 à 2 min repos		
Activité permettant de développer la souplesse et l'équilibre	Faibles, activités « alternatives » Prise en compte des patients vieillissants	60 minutes en plus	1 séance par semaine minimum

FCmax : fréquence cardiaque maximale ; RPE : échelle de pénibilité subjective de l'effort ; 1-RM : charge maximale.

les questions d'intensité, de durée et de fréquence minimale restent à élucider pour aider les patients à augmenter l'observance des programmes recommandés. Plus spécifiquement, il apparaît fondamental d'analyser également les effets de différentes formes d'activités physiques plus ludiques, plus adaptées et de développer des méthodes de progression individualisées aux capacités des patients obèses et/ou diabétiques de type 2 pris en charge.

Effets de l'activité physique sur les comorbidités

L'obésité est souvent associée à la stéatose hépatique non-alcoolique (Chiheb et coll., 2016). Un résultat intéressant rapporté par la méta-analyse de Smart et coll. (2016) concerne la diminution des infiltrations graisseuses hépatiques suite à un programme d'exercices. Cette diminution est d'autant plus marquée que la dose d'exercices est importante (Smart et coll., 2016).

L'obésité et le diabète de type 2 sont également très souvent associés à une dyslipidémie. Au travers des études référencées, l'effet de l'activité physique seule sur le profil lipidique n'est pas clairement établi. Les différentes méta-analyses rapportent un effet significatif mais souvent faible de l'exercice sur la diminution des triglycérides et/ou du cholestérol LDL (Kelley et coll.,

2005 ; Shaw et coll., 2006 ; Thomas et coll., 2006 ; Snowling, 2006 ; Gordon et coll., 2009 ; Chudyk et Petrella, 2011 ; Katzmarzyk et coll., 2012 ; Yang et coll., 2014). Les activités de renforcement musculaire semblent impacter positivement le cholestérol HDL chez le patient diabétique de type 2 (Snowling, 2006). Les bénéfices éventuels de l'activité physique sur les sous-fractions des lipoprotéines reconnues pour leur athérogénicité restent à confirmer (Dutheil et coll., 2014). Bien que peu nombreuses, les études qui se sont intéressées aux variables hémodynamiques chez les patients obèses et/ou diabétiques de type 2 ont rapporté une absence d'effet (Thomas et coll., 2006, 2009 ; Yang et coll., 2014) ou un effet modeste de l'activité physique seule sur les pressions artérielles diastolique et systolique (Gordon et coll., 2009 ; Thorogood et coll., 2011 ; Katzmarzyk et coll., 2012). La diminution de pression artérielle systolique avec l'entraînement en endurance apparaît comme un modérateur pour la diminution de la rigidité artérielle (Montero et coll., 2014).

Une amélioration du statut inflammatoire est généralement rapportée après un entraînement quelle que soit la modalité : endurance, renforcement musculaire ou un programme combiné (Strasser et coll., 2012 ; You et coll., 2013). Cependant, certains auteurs ne retrouvent pas ce résultat (Katzmarzyk et coll., 2012). Ces différences peuvent s'expliquer par les différences entre les exercices (intensité, durée du programme), des différences des marqueurs inflammatoires testés et du moment de leur bilan (intervalle de temps entre prise de sang et dernière séance d'exercice).

Une dysfonction endothéliale ou vasculaire, étape précoce de l'athérosclérose, est très largement décrite chez les personnes obèses ainsi que chez les patients diabétiques de type 2. De nombreux travaux (ERC ou études observationnelles longitudinales) ont montré l'intérêt de l'exercice pour corriger la dysfonction endothéliale vasomotrice chez les personnes obèses et/ou les diabétiques de type 2 (Montero et coll., 2013). Non seulement les entraînements en aérobie (modérés comme intensifs), mais aussi ceux en renforcement musculaire, engendrent une amélioration de la fonction endothéliale (Swift et coll., 2012, Montero et coll., 2013 ; Franklin et coll., 2015 ; Sawyer et coll., 2016). Ramos et coll. (2015) rapportent néanmoins, chez 182 patients diabétiques, une supériorité des exercices intermittents à haute intensité en comparaison avec des intensités modérées et continues, pour l'amélioration de la fonction vasculaire.

Effets de différentes modalités ou méthodologies d'intervention dans la prise en charge par l'activité physique

L'efficacité de l'utilisation des appareils connectés, tels que les applications mobiles, pour augmenter l'activité physique et diminuer le poids, doit encore être confirmée chez les personnes obèses. En effet, 7 études centrées sur ces finalités seulement ont été éligibles dans la méta-analyse de Stephens et coll. (2013) : 2 utilisaient des applications mobiles et 5 envoyaient des SMS en complément d'autres interventions (appels téléphoniques, éducation). Les résultats montrent une bonne acceptabilité des sujets à ce mode d'intervention et des effets positifs sur la perte de poids et la pratique d'activité physique. Une étude récente a ainsi rapporté une augmentation de pratique d'activité physique légère et forte grâce à une application déclenchant une alarme dès 30 minutes de sédentarité (Bond et coll., 2014). Pour autant, Modave et coll. (2015) et Rivera et coll. (2016) soulignent la faible qualité des applications mobiles destinées à promouvoir la pratique d'activité physique et la perte de poids.

Les 46 études (ERC et non ERC) centrées sur les techniques cognitivo-comportementales pour promouvoir l'activité physique chez les personnes obèses, avec ou sans supervision, ont mis en évidence un effet global modéré (taille de l'effet 0,44) sur les comportements en termes de pratique d'activité physique (Gourlan et coll., 2011). Les interventions d'une durée inférieure à 6 mois semblent plus efficaces alors qu'aucun effet du nombre total de sessions et de fréquence n'est rapporté. Ces comportements semblent se maintenir suite à l'intervention.

Conclusion

Les effets bénéfiques de l'exercice sont ainsi bien démontrés chez les personnes obèses et/ou diabétiques de type 2. Ils intéressent aussi bien la diminution de la mortalité, l'amélioration de la condition physique, que la diminution des complications et des facteurs de risque. Il reste cependant des questions sur les modalités optimales d'exercice notamment sur les recommandations de la pratique d'exercices à haute intensité et du renforcement musculaire. Néanmoins, l'enjeu majeur, désormais, est de permettre le maintien de ces bénéfices sur le très long terme en pérennisant cette pratique d'activité physique chez les patients obèses et/ou diabétiques de type 2.

RÉFÉRENCES

- Ahlqvist E, Storm P, Karajamaki A, *et al.* Novel subgroups of adult-onset diabetes and their association with outcomes: a data-driven cluster analysis of six variables. *Lancet Diabetes Endocrinol* 2018 ; 6 : 361-9.
- Aiello LP, Cahill MT, Wong JS. Systemic considerations in the management of diabetic retinopathy. *Am J Ophthalmol* 2001 ; 132 : 760-76.
- Alkahtani SA, Byrne NM, Hills AP, *et al.* Interval training intensity affects energy intake compensation in obese men. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2014 ; 24 : 595-604.
- Alkahtani SA, King NA, Hills AP, *et al.* Effect of interval training intensity on fat oxidation, blood lactate and the rate of perceived exertion in obese men. *Springerplus* 2013 ; 2 : 532.
- Alvarez C, Ramirez-Campillo R, Martinez-Salazar C, *et al.* Low-volume high-intensity interval training as a therapy for type 2 diabetes. *Int J Sports Med* 2016 ; 37 : 723-9.
- American Diabetes Association (ADA). Physical activity/exercise and diabetes. *Diabetes Care* 2004 ; 27 : S58-62.
- American Diabetes Association (ADA). Foundations of care: education, nutrition, physical activity, smoking cessation, psychosocial care, and immunization *Diabetes Care* 2015 ; 38 : S20-30.
- Armstrong DG, Lavery LA, Holtz-Neiderer K, *et al.* Variability in activity may precede diabetic foot ulceration. *Diabetes Care* 2004 ; 27 : 1980-4.
- Balducci S, Zanuso S, Cardelli P, *et al.* Changes in physical fitness predict improvements in modifiable cardiovascular risk factors independently of body weight loss in subjects with type 2 diabetes participating in the Italian diabetes and exercise study (IDES). *Diabetes Care* 2012 ; 35 : 1347-54.
- Barry VW, Baruth M, Beets MW, *et al.* Fitness vs. fatness on all-cause mortality: a meta-analysis. *Prog Cardiovasc Dis* 2014 ; 56 : 382-90.
- Bartlett JD, Close GL, MacLaren DPM, *et al.* High-intensity interval running is perceived to be more enjoyable than moderate-intensity continuous exercise: implications for exercise adherence. *J Sports Sci* 2011 ; 29 : 547-53.
- Bateman LA, Slentz CA, Willis LH, *et al.* Comparison of aerobic versus resistance exercise training effects on metabolic syndrome (from the studies of a targeted risk reduction intervention through defined exercise – STRRIDE-AT/RT). *Am J Cardiol* 2011 ; 108 : 838-44.
- Bernhardt V, Wood HE, Moran RB, *et al.* Dyspnea on exertion in obese men. *Respir Physiol Neurobiol* 2013 ; 185 : 241-8.
- Bird SR, Hawley JA. Exercise and type 2 diabetes: new prescription for an old problem. *Maturitas* 2012 ; 72 : 311-6.
- Swan PD, Alvar BA. Effects of intensity and volume on insulin sensitivity during acute bouts of resistance training. *J Strength Cond Res* 2010 ; 24 : 1109-16.

Blomster JI, Chow CK, Zoungas S, *et al.* The influence of physical activity on vascular complications and mortality in patients with type 2 diabetes mellitus. *Diabetes Obes Metab* 2013 ; 15 : 1008-12.

Bond DS, Thomas JG, Raynor HA, *et al.* B-MOBILE: a smartphone-based intervention to reduce sedentary time in overweight/obese individuals: a within-subjects experimental trial. *PLoS One* 2014 ; 9 : e100821.

Borel AL, Nazare JA, Baillot A, *et al.* Cardiometabolic risk improvement in response to a 3-yr lifestyle modification program in men: contribution of improved cardio-respiratory fitness vs. weight loss. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2017 ; 312 : E273-81.

Borg P, Kukkonen-Harjula K, Fogelholm M, *et al.* Effects of walking or resistance training on weight loss maintenance in obese, middle-aged men: a randomized trial. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2002 ; 26 : 676-83.

Bouchard C, Tremblay A, Nadeau A, *et al.* Long-term exercise training with constant energy intake. 1: Effect on body composition and selected metabolic variables. *Int J Obes* 1990 ; 14 : 57-73.

Boulé NG, Haddad E, Kenny GP, *et al.* Effects of exercise on glycemic control and body mass in type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis of controlled clinical trials. *JAMA* 2001 ; 286 : 1218-27.

Boulton AJM, Armstrong DG, Albert SF, *et al.* Comprehensive foot examination and risk assessment: a report of the task force of the foot care interest group of the American diabetes association, with endorsement by the American association of clinical endocrinologists. *Diabetes Care* 2008 ; 31 : 1679-85.

Brooks N, Layne JE, Gordon PL, *et al.* Strength training improves muscle quality and insulin sensitivity in Hispanic older adults with type 2 diabetes. *Int J Med Sci* 2006 ; 4 : 19-27.

Browning RC, Reynolds MM, Board WJ, *et al.* Obesity does not impair walking economy across a range of speeds and grades. *J Appl Physiol* 2013 ; 114 : 1125-31.

Butterworth PA, Landorf KB, Gilleard W, *et al.* The association between body composition and foot structure and function : a systematic review. *Obes Rev* 2014 ; 15 : 348-57.

Butterworth PA, Urquhart DM, Landorf KB, *et al.* Foot posture, range of motion and plantar pressure characteristics in obese and non-obese individuals. *Gait Posture* 2015 ; 41 : 465-9.

Campbell K, Foster-Schubert K, Xiao L, *et al.* Injuries in sedentary individuals enrolled in a 12-month, randomized, controlled, exercise trial. *J Phys Act Health* 2012 ; 9 : 198-207.

Carlsson AC, Ärnlov J, Sundström J, *et al.* Physical activity, obesity and risk of cardiovascular disease in middle-aged men during a median of 30 years of follow-up. *Eur J Prev Cardiol* 2016 ; 23 : 359-65.

Castaneda C, Layne JE, Munoz-Orians L, *et al.* A randomized controlled trial of resistance exercise training to improve glycemic control in older adults with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2002 ; 25 : 2335-41.

Catenacci VA, Odgen L, Phelan S, *et al.* Dietary habits and weight maintenance success in high versus low exercisers in the National weight control registry. *J Phys Act Health* 2014 ; 11 : 1540-8.

Catenacci VA, Wyatt HR. The role of physical activity in producing and maintaining weight loss. *Nat Clin Pract Endocrinol Metab* 2007 ; 3 : 518-29.

Ceriello A. Acute hyperglycaemia : a new risk factor during myocardial infarction. *Eur Heart J* 2005 ; 26 : 328-31.

Chiheb S, Cosson E, Banu I, *et al.* Are obese individuals with no feature of metabolic syndrome but increased waist circumference really healthy? A cross sectional study. *Exp Clin Endocrinol Diabetes* 2016 ; 124 : 410-6.

Christensen P, Frederiksen R, Bliddal H, *et al.* Comparison of three weight maintenance programs on cardiovascular risk, bone and vitamins in sedentary older adults. *Obesity (Silver Spring)* 2013 ; 21 : 1982-90.

Chudyk A, Petrella RJ. Effects of exercise on cardiovascular risk factors in type 2 diabetes: a meta-analysis. *Diabetes Care* 2011 ; 34 : 1228-37.

Church TS, Blair SN, Cocroham S, *et al.* Effects of aerobic and resistance training on hemoglobin A1c levels in patients with type 2 diabetes: a randomized controlled trial. *JAMA* 2010 ; 304 : 2253-62.

Clark JE, Goon DT. The role of resistance training for treatment of obesity related health issues and for changing health status of the individual who is overfat or obese: a review. *J Sports Med Phys Fitness* 2015 ; 55 : 205-22.

Clark JE. Diet, exercise or diet with exercise: comparing the effectiveness of treatment options for weight-loss and changes in fitness for adults (18-65 years old) who are overfat, or obese; systematic review and meta-analysis. *J Diabetes Metab Disord* 2015 ; 14 : 31.

Cloix L, Caille A, Helmer C, *et al.* Physical activity at home, at leisure, during transportation and at work in French adults with type 2 diabetes: the ENTRED physical activity study. *Diabetes Metab* 2015 ; 41 : 37-44.

Cocks M, Shaw CS, Shepherd SO, *et al.* Sprint interval and moderate-intensity continuous training have equal benefits on aerobic capacity, insulin sensitivity, muscle capillarisation and endothelial eNOS/NAD(P)H oxidase protein ratio in obese men. *J Physiol (Lond)* 2016 ; 594 : 2307-21.

Colberg SR, Sigal RJ, Fernhall B, *et al.* Exercise and type 2 diabetes : the American college of sports medicine and the American diabetes association: joint position statement. *Diabetes Care* 2010 ; 33 : e147-67.

Cooper AJM, Brage S, Ekelund U, *et al.* Association between objectively assessed sedentary time and physical activity with metabolic risk factors among people with recently diagnosed type 2 diabetes. *Diabetologia* 2014 ; 57 : 73-82.

Cooper AR, Sebire S, Montgomery AA, *et al.* Sedentary time, breaks in sedentary time and metabolic variables in people with newly diagnosed type 2 diabetes. *Diabetologia* 2012 ; 55 : 589-99.

Crews RT, Schneider KL, Yalla SV, *et al.* Physiological and psychological challenges of increasing physical activity and exercise in patients at risk of diabetic foot ulcers: a critical review. *Diabetes Metab Res Rev* 2016 ; 32 : 791-804.

Cruikshanks KJ, Moss SE, Klein R, *et al.* Physical activity and proliferative retinopathy in people diagnosed with diabetes before age 30 yr. *Diabetes Care* 1992 ; 15 : 1267-72.

Cruikshanks KJ, Moss SE, Klein R, *et al.* Physical activity and the risk of progression of retinopathy or the development of proliferative retinopathy. *Ophthalmology* 1995 ; 102 : 1177-82.

Cryer PE, Davis SN, Shamon H. Hypoglycemia in diabetes. *Diabetes Care* 2003 ; 26 : 1902-12.

De Schutter A, Lavie CJ, Milani RV. The impact of obesity on risk factors and prevalence and prognosis of coronary heart disease-the obesity paradox. *Prog Cardiovasc Dis* 2014 ; 56 : 401-8.

Decker ES, Ekkekakis P. More efficient, perhaps, but at what price? Pleasure and enjoyment responses to high-intensity interval exercise in low-active women with obesity. *Psychol Sport Exerc* 2017, 28 : 1-10.

DeLany JP, Kelley DE, Hames KC, *et al.* High energy expenditure masks low physical activity in obesity. *Int J Obes (Lond)* 2013 ; 37 : 1006-11.

Dempsey PC, Larsen RN, Sethi P, *et al.* Benefits for type 2 diabetes of interrupting prolonged sitting with brief bouts of light walking or simple resistance activities. *Diabetes Care* 2016a ; 39 : 964-72.

Dempsey PC, Sacre JW, Larsen RN, *et al.* Interrupting prolonged sitting with brief bouts of light walking or simple resistance activities reduces resting blood pressure and plasma noradrenaline in type 2 diabetes. *J Hypertens* 2016b ; 34 : 2376-82.

Derumeaux G. *Cardiomyopathie diabétique : où en sommes-nous ? Comment diagnostiquer une insuffisance cardiaque chez le sujet diabétique.* Congrès de la Société francophone du diabète. Paris, 13 mars 2014.

Desprès JP, Ross R. Activité Physique et obésité abdominale : aspects épidémiologiques et métaboliques. In : Jean-Pierre Desprès (sous la direction de). *L'obésité abdominale, une maladie métabolique.* Paris : John Libbey Eurotext, 2007 : 139-57.

Donnelly JE, Washburn RA, Smith BK, *et al.* A randomized, controlled, supervised, exercise trial in young overweight men and women: the Midwest exercise trial II (MET2). *Contemp Clin Trials* 2012 ; 33 : 804-10.

Dreher M, Kabitz HJ. Impact of obesity on exercise performance and pulmonary rehabilitation. *Respirology* 2012 ; 17 : 899-907.

Drenowatz C, Hand GA, Sagner M, *et al.* The prospective association between different types of exercise and body composition. *Med Sci Sports Exerc* 2015 ; 47 : 2535-41.

Duclos M, Coudeyre E, Ouchchane L. General practitioners' barriers to physical activity negatively influence type 2 diabetic patients' involvement in regular physical activity. *Diabetes Care* 2011 ; 34 : e122.

Duclos M, Oppert JM, Verges B, *et al.* Physical activity and type 2 diabetes. Recommendations of the SFD (Francophone diabetes society) diabetes and physical activity working group. *Diabetes Metab* 2013 ; 39 : 205-16.

Duncan JJ, Gordon NF, Scott CB. Women walking for health and fitness. How much is enough? *JAMA* 1991 ; 266 : 3295-9.

Dutheil F, Walther G, Chapier R, *et al.* Atherogenic subfractions of lipoproteins in the treatment of metabolic syndrome by physical activity and diet – the RESOLVE trial. *Lipids Health Dis* 2014 ; 13 : 112.

Egberts K, Brown WA, Brennan L, O'Brien PE. Does exercise improve weight loss after bariatric surgery? A systematic review. *Obes Surg* 2012 ; 22 : 335-41.

Fagot-Campagna A, Bourdel-Marchasson I, Simon D. Burden of diabetes in an aging population: prevalence, incidence, mortality, characteristics and quality of care. *Diabetes Metab* 2005 ; 31 : 5S35-35S52.

Fernando ME, Crowther RG, Pappas E, *et al.* Plantar pressure in diabetic peripheral neuropathy patients with active foot ulceration, previous ulceration and no history of ulceration: a meta-analysis of observational studies. *PLoS One* 2014 ; 9 : e99050.

Fogelholm M, Kukkonen-Harjula K, Nenonen A, *et al.* Effects of walking training on weight maintenance after a very-low-energy diet in premenopausal obese women: a randomized controlled trial. *Arch InternMed* 2000 ; 160 : 2177-84.

Fogelholm M. Physical activity, fitness and fatness: relations to mortality, morbidity and disease risk factors. A systematic review. *Obes Rev* 2010 ; 11 : 202-21.

Franklin NC, Robinson AT, Bian JT, *et al.* Circuit resistance training attenuates acute exertion-induced reductions in arterial function but not inflammation in obese women. *Metab Syndr Relat Disord* 2015 ; 13 : 227-34.

Fredrickson SK, Ferro TJ, Schutrumpf AC. Disappearance of microalbuminuria in a patient with type 2 diabetes and the metabolic syndrome in the setting of an intense exercise and dietary program with sustained weight reduction. *Diabetes Care* 2004 ; 27 : 1754-5.

Gaida JE, Ashe MC, Bass SL, *et al.* Is adiposity an under-recognized risk factor for tendinopathy? A systematic review. *Arthritis Rheum* 2009 ; 61 : 840-9.

Gibala MJ, Little JP, Macdonald MJ, *et al.* Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *J Physiol (Lond)* 2012 ; 590 : 1077-84.

Gillen JB, Little JP, Punthakee Z, *et al.* Acute high-intensity interval exercise reduces the postprandial glucose response and prevalence of hyperglycaemia in patients with type 2 diabetes. *Diabetes Obes Metab* 2012 ; 14 : 575-7.

Global BMI Mortality Collaboration, Di Angelantonio E, Bhupathiraju ShN, *et al.* Body-mass index and all-cause mortality: individual-participant-data meta-analysis of 239 prospective studies in four continents. *Lancet* 2016 ; 388 : 776-86.

Gordon BA, Benson AC, Bird SR, *et al.* Resistance training improves metabolic health in type 2 diabetes: a systematic review. *Diabetes Res Clin Pract* 2009 ; 83 : 157-75.

Gordon PL, Vannier E, Hamada K, *et al.* Resistance training alters cytokine gene expression in skeletal muscle of adults with type 2 diabetes. *Int J Immunopathol Pharmacol* 2006 ; 19 : 739-49.

Gorst C, Kwok CS, Aslam S, *et al.* Long-term glycemic variability and risk of adverse outcomes: a systematic review and meta-analysis. *Diabetes Care* 2015 ; 38 : 2354-69.

Gourlan MJ, Trouilloud DO, Sarrazin PG. Interventions promoting physical activity among obese populations: a meta-analysis considering global effect, long-term maintenance, physical activity indicators and dose characteristics. *Obes Rev* 2011 ; 12 : e633-45

Gregg EW, Gerzoff RB, Caspersen CJ, *et al.* Relationship of walking to mortality among US adults with diabetes. *Arch Intern Med* 2003 ; 163 : 1440-7.

Hainer V, Toplak H, Stich V. Fat or fit: what is more important? *Diabetes Care* 2009 ; 32 : S392-7.

Hansen BH, Holme I, Anderssen SA, *et al.* Patterns of objectively measured physical activity in normal weight, overweight, and obese individuals (20-85 years): a cross-sectional study. *PLoS One* 2013 ; 8 : e53044.

Hansen D, Dendale P, Jonkers RaM, *et al.* Continuous low- to moderate-intensity exercise training is as effective as moderate- to high-intensity exercise training at lowering blood HbA(1c) in obese type 2 diabetes patients. *Diabetologia* 2009 ; 52 : 1789-97.

Hansen D, Stevens A, Eijnde BO, *et al.* Endurance exercise intensity determination in the rehabilitation of coronary artery disease patients: a critical re-appraisal of current evidence. *Sports Med* 2012 ; 42 : 11-30.

Heiwe S, Jacobson SH. Exercise training in adults with CKD: a systematic review and meta-analysis. *Am J Kidney Dis* 2014 ; 64 : 383-93.

Herrmann SD, Willis EA, Honas JJ, *et al.* Energy intake, nonexercise physical activity, and weight loss in responders and nonresponders: the Midwest exercise trial 2. *Obesity* 2015 ; 23 : 1539-49.

Hordern MD, Dunstan DW, Prins JB, *et al.* Exercise prescription for patients with type 2 diabetes and pre-diabetes: a position statement from exercise and sport science Australia. *J Sci Med Sport* 2012 ; 15 : 25-31.

Houston DK, Leng X, Bray GA, *et al.* Movement and memory ancillary study research group. A long-term intensive lifestyle intervention and physical function: the look AHEAD movement and memory study. *Obesity* 2015 ; 23 : 77-84.

Hu FB, Li TY, Colditz GA, *et al.* Television watching and other sedentary behaviors in relation to risk of obesity and type 2 diabetes mellitus in women. *JAMA* 2003b ; 289 : 1785-91.

Hu FB. Sedentary lifestyle and risk of obesity and type 2 diabetes. *Lipids* 2003a ; 38 : 103-8.

Huang XL, Pan JH, Chen D, *et al.* Efficacy of lifestyle interventions in patients with type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Intern Med* 2016 ; 27 : 37-47.

Hunter GR, Byrne NM, Sirikul B, *et al.* Resistance training conserves fat-free mass and resting energy expenditure following weight loss. *Obesity (Silver Spring)* 2008 ; 16 : 1045-51.

Inserm. *Activité physique et prévention des chutes chez les personnes âgées*. Collection *Expertise collective*. Paris : Éditions Inserm, 2015.

Institut de veille sanitaire, Fagot-Campagna A, Romon I, Fosse S, Roudier C. *Prévalence et incidence du diabète, et mortalité liée au diabète en France*. Synthèse épidémiologique. Saint-Maurice : InVS, 2010.

Ishiguro H, Kodama S, Horikawa C, *et al.* In search of the ideal resistance training program to improve glycemic control and its indication for patients with type 2 diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med* 2016 ; 46 : 67-77.

Ismail I, Keating SE, Baker MK, *et al.* A systematic review and meta-analysis of the effect of aerobic vs. resistance exercise training on visceral fat. *Obes Rev* 2012 ; 13 : 68-91.

Jakicic JM, Marcus BH, Lang W, *et al.* Effect of exercise on 24-month weight loss maintenance in overweight women. *Arch Intern Med* 2008 ; 168 : 1550-9.

Janevic MR, McLaughlin SJ, Connell CM. Overestimation of physical activity among a nationally representative sample of underactive individuals with diabetes. *Med Care* 2012 ; 50 : 441-5.

Janney CA, Jakicic JM. The influence of exercise and BMI on injuries and illnesses in overweight and obese individuals: a randomized control trial. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2010 ; 7 : 1.

Jelleyman C, Yates T, O'Donovan G, *et al.* The effects of high-intensity interval training on glucose regulation and insulin resistance : a meta-analysis. *Obes Rev* 2015 ; 16 : 942-61.

Johansson K, Neovius M, Hemmingsson E. Effects of anti-obesity drugs, diet, and exercise on weight-loss maintenance after a very-low-calorie diet or low-calorie diet: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Am J Clin Nutr* 2014 ; 99 : 14-23.

Jung ME, Bourne JE, Beauchamp MR, *et al.* High-intensity interval training as an efficacious alternative to moderate-intensity continuous training for adults with pre-diabetes. *J Diabetes Res* 2015 ; 2015 : 191595.

Kanagasabai T, Thakkar NA, Kuk JL, *et al.* Differences in physical activity domains, guideline adherence, and weight history between metabolically healthy and metabolically abnormal obese adults: a cross-sectional study. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2015 ; 12 : 64.

Katzmarzyk PT, Lear SA. Physical activity for obese individuals: a systematic review of effects on chronic disease risk factors. *Obes Rev* 2012 ; 13 : 95-105.

Keating SE, Machan EA, O'Connor HT, *et al.* Continuous exercise but not high intensity interval training improves fat distribution in overweight adults. *J Obes* 2014 ; 2014 : 834865.

Kelley GA, Kelley KS, Vu Tran Z. Aerobic exercise, lipids and lipoproteins in overweight and obese adults: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Int J Obes (Lond)* 2005 ; 29 : 881-93.

Kendrick D, Kumar A, Carpenter H, *et al.* Exercise for reducing fear of falling in older people living in the community. *Cochrane Database Syst Rev* 2014 ; 11 : CD009848.

Kodama S, Tanaka S, Heianza Y, *et al.* Association between physical activity and risk of all-cause mortality and cardiovascular disease in patients with diabetes: a meta-analysis. *Diabetes Care* 2013 ; 36 : 471-9.

Kukkonen-Harjula KT, Borg PT, Nenonen AM, Fogelholm MG. Effects of a weight maintenance program with or without exercise on the metabolic syndrome: a randomized trial in obese men. *Prev Med* 2005 ; 41 : 784-90

Kumar A, Delbaere K, Zijlstra GaR, *et al.* Exercise for reducing fear of falling in older people living in the community: Cochrane systematic review and meta-analysis. *Age Ageing* 2016 ; 45 : 345-52.

Lamarche B, Després JP, Pouliot MC, *et al.* Is body fat loss a determinant factor in the improvement of carbohydrate and lipid metabolism following aerobic exercise training in obese women? *Metab Clin Exp* 1992 ; 41 : 1249-56.

Lanzi S, Codecasa F, Cornacchia M, *et al.* Short-term HIIT and fat max training increase aerobic and metabolic fitness in men with class II and III obesity. *Obesity (Silver Spring)* 2015 ; 23 : 1987-94.

Lauche R, Langhorst J, Lee MS, *et al.* A systematic review and meta-analysis on the effects of yoga on weight-related outcomes. *Prev Med* 2016 ; 87 : 213-32.

Lavie CJ, Cahalin LP, Chase P, *et al.* Impact of cardiorespiratory fitness on the obesity paradox in patients with heart failure. *Mayo Clin Proc* 2013 ; 88 : 251-8.

Lavie CJ, Schutter A de, Milani RV. Healthy obese versus unhealthy lean: the obesity paradox. *Nat Rev Endocrinol* 2015 ; 11 : 55-62.

Lazarevic G, Antic S, Vlahovic P, *et al.* Effects of aerobic exercise on microalbuminuria and enzymuria in type 2 diabetic patients. *Ren Fail* 2007 ; 29 : 199-205.

Lee DC, Shook RP, Drenowatz C, *et al.* Physical activity and sarcopenic obesity: definition, assessment, prevalence and mechanism. *Future Sci OA* 2016 ; 2 : FSO127.

Lee DC, Sui X, Artero EG, *et al.* Long-term effects of changes in cardiorespiratory fitness and body mass index on all-cause and cardiovascular disease mortality in men: the Aerobics center longitudinal study. *Circulation* 2011 ; 124 : 2483-90.

Leitzmann MF, Park Y, Blair A, *et al.* Physical activity recommendations and decreased risk of mortality. *Arch Intern Med* 2007 ; 167 : 2453-60.

Lemaster JW, Mueller MJ, Reiber GE, *et al.* Effect of weight-bearing activity on foot ulcer incidence in people with diabetic peripheral neuropathy: feet first randomized controlled trial. *Phys Ther* 2008 ; 88 : 1385-98.

Lemaster JW, Reiber GE, Smith DG, *et al.* Daily weight-bearing activity does not increase the risk of diabetic foot ulcers. *Med Sci Sports Exerc* 2003 ; 35 : 1093-9.

Li TY, Rana JS, Manson JE, *et al.* Obesity as compared with physical activity in predicting risk of coronary heart disease in women. *Circulation* 2006 ; 113 : 499-506.

Lin CC, Li CI, Liu CS, *et al.* Impact of lifestyle-related factors on all-cause and cause-specific mortality in patients with type 2 diabetes: the Taichung diabetes study. *Diabetes Care* 2012 ; 35 : 105-12.

Lin HC, Peng CH, Chiou JY, *et al.* Physical activity is associated with decreased incidence of chronic kidney disease in type 2 diabetes patients: a retrospective cohort study in Taiwan. *Prim Care Diabetes* 2014 ; 8 : 315-21.

Little JP, Gillen JB, Percival ME, *et al.* Low-volume high-intensity interval training reduces hyperglycemia and increases muscle mitochondrial capacity in patients with type 2 diabetes. *J Appl Physiol* 2011 ; 111 : 1554-60.

Liubaerjijin Y, Terada T, Fletcher K, *et al.* Effect of aerobic exercise intensity on glycemic control in type 2 diabetes: a meta-analysis of head-to-head randomized trials. *Acta Diabetol* 2016 ; 53 : 769-81.

Look AHEAD Research Group, Wing RR, Bolin P, *et al.* Cardiovascular effects of intensive lifestyle intervention in type 2 diabetes. *N Engl J Med* 2013 ; 369 : 145-54.

Look AHEAD Research Group. Effect of a long-term behavioural weight loss intervention on nephropathy in overweight or obese adults with type 2 diabetes: a secondary analysis of the Look AHEAD randomised clinical trial. *Lancet Diabetes Endocrinol* 2014 ; 2 : 801-9.

Lunt H, Draper N, Marshall HC, *et al.* High intensity interval training in a real world setting: a randomized controlled feasibility study in overweight inactive adults, measuring change in maximal oxygen uptake. *PLoS One* 2014 ; 9 : e83256.

Maillard F, Rousset S, Pereira B, *et al.* High-intensity interval training reduces abdominal fat mass in postmenopausal women with type 2 diabetes. *Diabetes Metab.* 2016 ; 42 : 433-41.

Manthou E, Gill JM, Malkova D. Effect of exercise programs with aerobic exercise sessions of similar intensity but different frequency and duration on health-related measures in overweight women. *J Phys Act Health* 2015 ; 12 : 80-6.

Marwick TH, Hordern MD, Miller T, *et al.* Exercise training for type 2 diabetes mellitus: impact on cardiovascular risk: a scientific statement from the American heart association. *Circulation* 2009 ; 119 : 3244-62.

McAuley PA, Smith NS, Emerson BT, *et al.* The obesity paradox and cardiorespiratory fitness. *J Obes* 2012 ; 2012 : 951582.

Mendes R, Sousa N, Reis VM, *et al.* Prevention of exercise-related injuries and adverse events in patients with type 2 diabetes. *Postgrad Med J* 2013 ; 89 : 715-21.

Mendham AE, Donges CE, Liberts EA, *et al.* Effects of mode and intensity on the acute exercise-induced IL-6 and CRP responses in a sedentary, overweight population. *Eur J Appl Physiol* 2011 ; 111 : 1035-45.

Miller CT, Fraser SF, Levinger I, *et al.* The effects of exercise training in addition to energy restriction on functional capacities and body composition in obese adults during weight loss: a systematic review. *PLoS One* 2013 ; 8 : e81692.

Modave F, Bian J, Leavitt T, *et al.* Low Quality of free coaching apps with respect to the American college of sports medicine guidelines: a review of current mobile apps. *JMIR Mhealth Uhealth* 2015 ; 3 : e77.

Montero D, Roberts CK, Vinet A. Effect of aerobic exercise training on arterial stiffness in obese populations: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med* 2014 ; 44 : 833-43.

Montero D, Walther G, Benamo E, *et al.* Effects of exercise training on arterial function in type 2 diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med* 2013 ; 43 : 1191-9.

Moore J, Isler M, Barry J, *et al.* Major wound complication risk factors following soft tissue sarcoma resection. *Eur J Surg Oncol* 2014 ; 40 : 1671-6.

Morrison S, Colberg SR, Mariano M, *et al.* Balance training reduces falls risk in older individuals with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2010 ; 33 : 748-50.

Mu L, Cohen AJ, Mukamal KJ. Resistance and aerobic exercise among adults with diabetes in the US. *Diabetes Care* 2014 ; 37 : e175-6.

Ni M, Mooney K, Richards L, *et al.* Comparative impacts of Tai Chi, balance training, and a specially-designed yoga program on balance in older fallers. *Arch Phys Med Rehabil* 2014 ; 95 : 1620-8.e30.

Nocon M, Hiemann T, Müller-Riemenschneider F, *et al.* Association of physical activity with all-cause and cardiovascular mortality: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2008 ; 15 : 239-46.

Nordby P, Auerbach PL, Rosenkilde M, *et al.* Endurance training per se increases metabolic health in young, moderately overweight men. *Obesity (Silver Spring)* 2012 ; 20 : 2202-12.

Oguma Y, Sesso HD, Paffenbarger RS, *et al.* Physical activity and all cause mortality in women: a review of the evidence. *Br J Sports Med* 2002 ; 36 : 162-72.

Ohkawara K, Tanaka S, Miyachi M, *et al.* A dose-response relation between aerobic exercise and visceral fat reduction: systematic review of clinical trials. *Int J Obes (Lond)* 2007 ; 31 : 1786-97.

Oliveira C, Simões M, Carvalho J, *et al.* Combined exercise for people with type 2 diabetes mellitus: a systematic review. *Diabetes Res Clin Pract* 2012 ; 98 : 187-98.

Pagoto SL, Schneider KL, Oleski JL, *et al.* Male inclusion in randomized controlled trials of lifestyle weight loss interventions. *Obesity (Silver Spring)* 2012 ; 20 : 1234-9.

Pai LW, Li TC, Hwu YJ, *et al.* The effectiveness of regular leisure-time physical activities on long-term glycemic control in people with type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Diabetes Res Clin Pract* 2016 ; 113 : 77-85.

Pattyn N, Cornelissen VA, Eshghi SRT, *et al.* The effect of exercise on the cardiovascular risk factors constituting the metabolic syndrome: a meta-analysis of controlled trials. *Sports Med* 2013 ; 43 : 121-33.

Pedersen BK. Body mass index-independent effect of fitness and physical activity for all-cause mortality. *Scand J Med Sci Sports* 2007 ; 17 : 196-204.

Pérez-Martin A, Dumortier M, Raynaud E, *et al.* Balance of substrate oxidation during submaximal exercise in lean and obese people. *Diabetes Metab* 2001 ; 27 : 466-74.

Phelan S, Wyatt HR, Hill JO, *et al.* Are the eating and exercise habits of successful weight losers changing? *Obesity (Silver Spring)* 2006 ; 14 : 710-6.

Pillard F, van Wymelbeke V, Garrigue E, *et al.* Lipid oxidation in overweight men after exercise and food intake. *Metab Clin Exp* 2010 ; 59 : 267-74.

Praet SFE, Manders RJF, Meex RCR, *et al.* Glycaemic instability is an underestimated problem in type II diabetes. *Clin Sci* 2006 ; 111 : 119-26.

Praidou A, Harris M, Niakas D, *et al.* Physical activity and its correlation to diabetic retinopathy. *J Diabetes Complicat* 2016/2017 ; 31 : 456-61.

Ramos JS, Dalleck LC, Borrani F, *et al.* The effect of different volumes of high-intensity interval training on proinsulin in participants with the metabolic syndrome: a randomised trial. *Diabetologia* 2016 ; 59 : 2308-20.

Rana JS, Li TY, Manson JE, *et al.* Adiposity compared with physical inactivity and risk of type 2 diabetes in women. *Diabetes Care* 2007 ; 30 : 53-8.

Reynolds AN, Mann JI, Williams S, *et al.* Advice to walk after meals is more effective for lowering postprandial glycaemia in type 2 diabetes mellitus than advice that does not specify timing: a randomised crossover study. *Diabetologia* 2016 ; 59 : 1-7.

Richardson CR, Newton TL, Abraham JJ, *et al.* A meta-analysis of pedometer-based walking interventions and weight loss. *Ann Fam Med* 2008 ; 6 : 69-77.

Riddell MC, Burr J. Evidence-based risk assessment and recommendations for physical activity clearance: diabetes mellitus and related comorbidities. *Appl Physiol Nutr Metab* 2011 ; 36 : S154-89.

Rivera J, McPherson A, Hamilton J, *et al.* Mobile Apps for weight management: a scoping review. *JMIR Mhealth Uhealth* 2016 ; 4 : e87.

Röhling M, Herder C, Roden M, *et al.* Effects of long-term exercise interventions on glycaemic control in type 1 and type 2 diabetes: a systematic review. *Exp Clin Endocrinol Diabetes* 2016 ; 124 : 487-94.

Rosenkilde M, Auerbach P, Reichkendler MH, *et al.* Body fat loss and compensatory mechanisms in response to different doses of aerobic exercise: a randomized controlled trial in overweight sedentary males. *AmJ Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2012 ; 303 : R571-9.

Runhaar J, Koes BW, Clockaerts S, *et al.* A systematic review on changed biomechanics of lower extremities in obese individuals: a possible role in development of osteoarthritis. *Obes Rev* 2011 ; 12 : 1071-82.

Salsabili H, Bahrpeyma F, Forogh B, *et al.* Dynamic stability training improves standing balance control in neuropathic patients with type 2 diabetes. *J Rehabil Res Dev* 2011 ; 48 : 775-86.

Sawyer BJ, Tucker WJ, Bhammar DM, *et al.* Effects of high-intensity interval training and moderate-intensity continuous training on endothelial function and cardiometabolic risk markers in obese adults. *J App Physiol* 2016 ; 121 : 279-88.

Schellenberg ES, Dryden DM, Vandermeer B, *et al.* Lifestyle interventions for patients with and at risk for type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Ann Intern Med* 2013 ; 159 : 543-51.

Schneider SH, Khachadurian AK, Amorosa LF, *et al.* Ten-year experience with an exercise-based outpatient life-style modification program in the treatment of diabetes mellitus. *Diabetes Care* 1992 ; 15 : 1800-10.

Schwingshackl L, Dias S, Strasser B, *et al.* Impact of different training modalities on anthropometric and metabolic characteristics in overweight/obese subjects: a systematic review and network meta-analysis. *PLoS One* 2013 ; 8 : e82853.

Segerström AB, Glans F, Eriksson KF, *et al.* Impact of exercise intensity and duration on insulin sensitivity in women with T2D. *Eur J Intern Med* 2010 ; 21 : 404-8.

Selvin E, Marinopoulos S, Berkenblit G, *et al.* Meta-analysis : glycosylated hemoglobin and cardiovascular disease in diabetes mellitus. *Ann Intern Med* 2004 ; 141 : 421-31.

Shaw K, Gennat H, O'Rourke P, *et al.* Exercise for overweight or obesity. *Cochrane Database Syst Rev* 2006 ; 4 : CD003817.

Sheng K, Zhang P, Chen L, *et al.* Intradialytic exercise in hemodialysis patients: a systematic review and meta-analysis. *Am J Nephrol* 2014 ; 40 : 478-90.

Sigal RJ, Purdon C, Bilinski D, *et al.* Glucoregulation during and after intense exercise: effects of beta-blockade. *J Clin Endocrinol Metab* 1994 ; 78 : 359-66.

Sijie T, Hainai Y, Fengying Y, *et al.* High intensity interval exercise training in overweight young women. *J Sports Med Phys Fitness* 2012 ; 52 : 255-62.

Sjöström M, Oja P, Hagströmer M, *et al.* Health-enhancing physical activity across European Union countries: the Eurobarometer study. *J Public Health* 2006 ; 14 : 291-300.

Sluik D, Buijsse B, Muckelbauer R, *et al.* Physical activity and mortality in individuals with diabetes mellitus: a prospective study and meta-analysis. *Arch Intern Med* 2012 ; 172 : 1285-95.

Smart N, Marwick TH. Exercise training for patients with heart failure: a systematic review of factors that improve mortality and morbidity. *Am J Med* 2004 ; 116 : 693-706.

Smart NA, King N, McFarlane JR, *et al.* Effect of exercise training on liver function in adults who are overweight or exhibit fatty liver disease: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med* 2018 ; 52 : 834-43.

Snowling NJ, Hopkins WG. Effects of different modes of exercise training on glucose control and risk factors for complications in type 2 diabetic patients: a meta-analysis. *Diabetes Care* 2006 ; 29 : 2518-27.

Soleymani T, Daniel S, Garvey WT. Weight maintenance: challenges, tools and strategies for primary care physicians. *Obes Rev* 2016 ; 17 : 81-93.

Sone H, Tanaka S, Suzuki S, *et al.* Leisure-time physical activity is a significant predictor of stroke and total mortality in Japanese patients with type 2 diabetes: analysis from the Japan diabetes complications study (JDCS). *Diabetologia* 2013 ; 56 : 1021-30.

Sörensen BM, Houben AJ, Berendschot, TT, *et al.* Prediabetes and type 2 diabetes are associated with generalized microvascular dysfunction: the Maastricht study. *Circulation* 2016 ; 134 : 1339-52.

Sparks LM, Johannsen NM, Church TS, *et al.* Nine months of combined training improves ex vivo skeletal muscle metabolism in individuals with type 2 diabetes. *J Clin Endocrinol Metab* 2013 ; 98 : 1694-702.

Stefan N, Häring HU, Hu FB, *et al.* Metabolically healthy obesity: epidemiology, mechanisms, and clinical implications. *Lancet Diabetes Endocrinol* 2013 ; 1 : 152-62.

Stensvold D, Tjønnå AE, Skaug EA, *et al.* Strength training versus aerobic interval training to modify risk factors of metabolic syndrome. *J Appl Physiol* 2010 ; 108 : 804-10.

Stephens J, Allen J. Mobile phone interventions to increase physical activity and reduce weight: a systematic review. *J Cardiovasc Nurs* 2013 ; 28 : 320-9.

Strasser B, Arvandi M, Siebert U. Resistance training, visceral obesity and inflammatory response: a review of the evidence. *Obes Rev* 2012 ; 13 : 578-91.

Swift DL, Earnest CP, Blair SN, *et al.* The effect of different doses of aerobic exercise training on endothelial function in postmenopausal women with elevated blood pressure: results from the DREW study. *Br J Sports Med* 2012 ; 46 : 753-8.

Sylow L, Kleinert M, Richter EA, *et al.* Exercise-stimulated glucose uptake-regulation and implications for glycaemic control. *Nat Rev Endocrinol* 2017 ; 13 : 133-48.

Terada T, Friesen A, Chahal BS, *et al.* Feasibility and preliminary efficacy of high intensity interval training in type 2 diabetes. *Diabetes Res Clin Pract* 2013 ; 99 : 120-9.

Terada T, Wilson BJ, Myette-Coté E, *et al.* Targeting specific interstitial glycemic parameters with high-intensity interval exercise and fasted-state exercise in type 2 diabetes. *Metab Clin Exp* 2016 ; 65 : 599-608.

Thomas DE, Elliott EJ, Naughton GA. Exercise for type 2 diabetes mellitus. *Cochrane Database Syst Rev* 2006 ; 3 : CD002968.

Thomas DM, Bouchard C, Church T, *et al.* Why do individuals not lose more weight from an exercise intervention at a defined dose? An energy balance analysis. *Obes Rev* 2012 ; 13 : 835-47.

Thorogood A, Mottillo S, Shimony A, *et al.* Isolated aerobic exercise and weight loss: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Am J Med* 2011 ; 124 : 747-55.

Tibana RA, Navalta J, Bottaro M, *et al.* Effects of eight weeks of resistance training on the risk factors of metabolic syndrome in overweight/obese women – A pilot study. *Diabetol Metab Syndr* 2013 ; 5 : 11.

Trost SG, Owen N, Bauman AE, *et al.* Correlates of adults' participation in physical activity: review and update. *Med Sci Sports Exerc* 2002 ; 34 : 1996-2001.

Tudor-Locke C, Brashear MM, Johnson WD, *et al.* Accelerometer profiles of physical activity and inactivity in normal weight, overweight, and obese US men and women. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2010 ; 7 : 60.

UK Prospective. Diabetes study (UKPDS) group effect of intensive blood-glucose control with metformin on complications in overweight patients with type 2 diabetes (UKPDS 34). *Lancet* 1998 ; 352 : 854-65.

Umpierre D, Ribeiro PAB, Kramer CK, *et al.* Physical activity advice only or structured exercise training and association with HbA1c levels in type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *JAMA* 2011 ; 305 : 1790-9.

Van der Berg, Julianne D, Stehouwer CDA, Bosma H, *et al.* Associations of total amount and patterns of sedentary behaviour with type 2 diabetes and the metabolic syndrome: the Maastricht study. *Diabetologia* 2016 ; 59 : 709-18.

Van der Leeuw J, Visseren FLJ, Woodward M, *et al.* Estimation of individual beneficial and adverse effects of intensive glucose control for patients with type 2 diabetes. *Diabetologia* 2016 ; 59 : 2603-12.

Van Dijk JW, Venema M, van Mechelen W, *et al.* Effect of moderate-intensity exercise versus activities of daily living on 24-hour blood glucose homeostasis in male patients with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2013 ; 36 : 3448-53.

Van Dyck D, Cerin E, Bourdeaudhuij I de, *et al.* International study of objectively measured physical activity and sedentary time with body mass index and obesity: IPEN adult study. *Int J Obes (Lond)* 2015 ; 39 : 199-207.

Van Vliet-Ostapchouk JV, Nuotio ML, Slagter SN, *et al.* The prevalence of metabolic syndrome and metabolically healthy obesity in Europe: a collaborative analysis of ten large cohort studies. *BMC Endocr Disord* 2014 ; 14 : 9.

Vatten LJ, Nilsen TIL, Romundstad PR, *et al.* Adiposity and physical activity as predictors of cardiovascular mortality. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2006 ; 13 : 909-15.

Verheggen, R. J. H. M., Maessen MFH, Green DJ, *et al.* A systematic review and meta-analysis on the effects of exercise training versus hypocaloric diet: distinct effects on body weight and visceral adipose tissue. *Obes Rev* 2016 ; 17 : 664-90.

Vissers D, Hens W, Taeymans J, *et al.* The effect of exercise on visceral adipose tissue in overweight adults: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One* 2013 ; 8 : e56415.

Wackernagel W, Holl E, Tarmann L, *et al.* Visual acuity after gamma-knife radiosurgery of choroidal melanomas. *Br J Ophthalmol* 2013 ; 97 : 153-8.

- Washburn RA, Szabo AN, Lambourne K, *et al.* Does the method of weight loss effect long-term changes in weight, body composition or chronic disease risk factors in overweight or obese adults? A systematic review. *PLoS One* 2014 ; 9 : e109849.
- Way KL, Hackett DA, Baker MK, *et al.* The effect of regular exercise on insulin sensitivity in type 2 diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis. *Diabetes Metab J* 2016 ; 40 : 253-71.
- Wilkinson TJ, Shur NF, Smith AC. Exercise as medicine in chronic kidney disease. *Scand J Med Sci Sports* 2016 ; 26 : 985-8.
- Willey KA, Singh MAF. Battling insulin resistance in elderly obese people with type 2 diabetes: bring on the heavy weights. *Diabetes Care* 2003 ; 26 : 1580-8.
- Wrobel JS, Najafi B. Diabetic foot biomechanics and gait dysfunction. *J Diabetes Sci Technol* 2010 ; 4 : 833-45.
- Yan JH, Gu WJ, Pan L. Lack of evidence on Tai Chi-related effects in patients with type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis. *Exp Clin Endocrinol Diabetes* 2013 ; 121 : 266-71.
- Yang Z, Scott CA, Mao C, *et al.* Resistance exercise versus aerobic exercise for type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med* 2014 ; 44 : 487-99.
- You T, Arsenis NC, Disanzo BL, *et al.* Effects of exercise training on chronic inflammation in obesity: current evidence and potential mechanisms. *Sports Med* 2013 ; 43 : 243-56.
- Yumuk V, Frühbeck G, Oppert JM, *et al.* An EASO position statement on multi-disciplinary obesity management in adults. *Obes Facts* 2014 ; 7 : 96-101.
- Zamboni M, Mazzali G, Fantin F, *et al.* Sarcopenic obesity: a new category of obesity in the elderly. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2008 ; 18 : 388-95.
- Zhao G, Ford ES, Li C, *et al.* Physical activity in US older adults with diabetes mellitus: prevalence and correlates of meeting physical activity recommendations. *J Am Geriatr Soc* 2011 ; 59 : 132-7.

9

Pathologies coronaires

L'évolution des connaissances physiopathologiques, des outils diagnostiques et des moyens thérapeutiques a imposé une modification de la classification des accidents coronaires aigus. Résumons la distinction actuelle entre syndromes coronaires aigus et infarctus du myocarde (Fox et coll., 2004 ; Roffi et coll., 2016). Le syndrome coronaire aigu est défini par une douleur thoracique cliniquement évocatrice d'une origine coronaire, associée ou non à des modifications électrocardiographiques. L'infarctus du myocarde est défini par une nécrose cardiomyocytaire secondaire à une ischémie myocardique, son affirmation diagnostique repose sur une élévation significative de la troponine, associée à des signes cliniques, électriques et d'imagerie coronaire. Le syndrome coronaire aigu, avec ou sans infarctus du myocarde, signe donc l'entrée du patient dans la maladie coronaire. Nous avons donc choisi d'aborder dans ce chapitre les syndromes coronaires aigus plutôt que les infarctus du myocarde, qui sont plus restrictifs.

Dans le monde et chaque année, plus de 7 millions de personnes souffrent d'un syndrome coronaire aigu. Le taux de mortalité à un an est aujourd'hui de l'ordre de 10 % (Piepoli et coll., 2016). Chez les patients qui survivent, 20 % souffrent d'un deuxième événement cardiovasculaire au cours de la première année. Dans ce cadre, la prévention par l'activité physique est cruciale pour réduire les risques de récurrences et améliorer la qualité de vie. Cette activité physique est fondée sur un socle de connaissances physiopathologiques bien documenté, des preuves établies et des recommandations précises (Balady et coll., 2007 ; Pavy et coll., 2012). Elle est proposée soit au décours d'un événement, comme pilier principal des programmes de réadaptation cardiaque, soit comme soin de support sur le long terme. La réadaptation cardiaque est indiquée au plus haut grade (classe I niveau A) après un syndrome coronaire aigu et chez les patients à haut risque cardiovasculaires, et de classe I niveau B dans l'angor stable et après chirurgie coronaire (Pavy et coll., 2012). En tant que traitement non pharmacologique, l'activité physique est prescrite par le cardiologue après un bilan d'évaluation qui permet de personnaliser le programme (Pavy et coll., 2012). Outre l'amélioration du pronostic, les avantages cliniques de ce traitement sont bien

documentés. On retrouve l'amélioration des fonctions cardiovasculaires, pulmonaires et musculaires, de l'inflammation, des symptômes dépressifs, du stress et des fonctions cognitives (Gayda et coll., 2016). Ces dernières années, les critères qui caractérisent l'activité physique ont évolué, permettant d'obtenir des interventions de plus en plus efficaces. La prescription est basée sur la combinaison de la fréquence, l'intensité, la durée et la modalité de l'exercice (Vanhees et coll., 2012c). Enfin, dans un contexte ambulatoire grandissant, et face aux problèmes d'observance au traitement, des stratégies novatrices sont mises en place pour inciter les patients à pratiquer sur du long terme.

Les bénéfices de la pratique d'une activité physique

Sur la morbi-mortalité

Les derniers travaux ont tous confirmé les premières méta-analyses (O'Connor et coll., 1989 ; Oldridge et coll., 1988 ; Jolliffe et coll., 2001 ; Taylor et coll., 2004). Au-delà du bénéfice sur la morbi-mortalité, une nette amélioration de la qualité de vie est constatée. La dernière méta-analyse publiée en 2012 confirme chez 13 824 patients qu'un programme de réadaptation cardiaque fondé sur l'activité physique réduit de 26 % (OR = 0,74 ; $p = 0,04$) la mortalité totale et de 30 % la mortalité d'origine cardiaque, lorsqu'il est comparé au traitement habituel (Oldridge, 2012). Cet effet sur le pronostic est associé à une diminution de 31 % du risque de ré-hospitalisations dans les 12 mois qui suivent la réadaptation (Heran et coll., 2011). Après une chirurgie coronaire, la réduction de la mortalité est de 46 % chez les patients ayant bénéficié d'un programme de réadaptation cardiaque, après 10 ans de suivi (Pack et coll., 2013). Très récemment, dans une revue *Cochrane*, Anderson et coll. (2016) ont compilé les résultats de 63 études incluant 14 486 participants. Globalement, l'activité physique permet de réduire la mortalité cardiovasculaire de 26 % et le nombre de réhospitalisations de 18 %, sans effet sur la mortalité totale ni sur les récurrences de syndrome coronaire aigu ou d'infarctus du myocarde et ce, associé à un meilleur niveau de qualité de vie par rapport aux sujets contrôles (Anderson et coll., 2016). Ces résultats sont cohérents quel que soit le programme de réadaptation et le profil des patients. En France, l'étude *FAST-MI* visait à évaluer l'impact de la prescription d'une réadaptation cardiaque sur la mortalité à cinq ans chez des patients admis en soins de suite et de réadaptation (SSR) après un syndrome coronaire aigu (Pouche et coll., 2016). À la sortie de l'hôpital, seulement 22,1 % des patients avaient une prescription de

réadaptation cardiaque. Il a été observé 14,7 % de décès toutes causes parmi les patients adressés en réadaptation contre 25,9 % chez les non-adressés ($p < 0,001$). Après ajustement multivarié, l'association entre la réadaptation cardiaque et la diminution de la mortalité reste significative (0,76 [0,60-0,96]).

Généralités sur les programmes de réadaptation cardiaque

En France, les centres de soins de suite et de réadaptation sont les seules structures susceptibles de conduire et de superviser un programme de réadaptation au cours d'un séjour de 3 à 4 semaines en hospitalisation complète ou de jour. La durée de prise en charge repose sur des délais légaux fixés par l'assurance maladie et l'agence régionale de santé, encadrés par le décret du 17 avril 2008 (réglementant l'activité de soins de suite et de réadaptation) et recommandés par la Société Française de Cardiologie (Pavy et coll., 2012). Au cours de cette période, un encadrement pluridisciplinaire permet d'entreprendre un reconditionnement à l'effort basé sur une offre variée d'activités physiques, et associé à des interventions diététiques et psycho-relaxantes (Turk-Adawi et coll., 2013). Ce réentraînement à l'effort ainsi que les conseils à la reprise d'une activité physique (Pavy et coll., 2013) sont conduits par un kinésithérapeute et/ou un enseignant en activités physiques adaptées (Guiraud et coll., 2013a) et supervisés par un cardiologue. Les principales activités sont le réentraînement sur vélo ou tapis roulant, la marche à l'extérieur, le renforcement musculaire, l'aquagym. D'autres activités peuvent être proposées en fonction des plateaux techniques et des compétences disponibles.

Durée des programmes

Tout d'abord, il convient de souligner l'existence d'une relation dose-réponse en réadaptation cardiaque. Le nombre de séances effectuées par le patient après un syndrome coronaire aigu influence les résultats à long terme (Hammill et coll., 2010). Dans une étude américaine portant sur un échantillon national de 5 % des bénéficiaires du système d'assurance santé (30 161 patients), les auteurs ont mis en évidence que les patients bénéficiant de 36 sessions d'activité physique présentaient une diminution de 22 % de la mortalité totale et de 23 % de récurrence de syndrome coronaire aigu, par rapport à ceux qui avaient seulement bénéficié de 12 sessions d'activité physique (Hammill et coll., 2010). Dans une étude rétrospective, Beauchamp et coll. ont démontré qu'une assiduité au programme (nombre de séances d'exercice) est associée à une baisse de la mortalité toutes causes après 14 ans de suivi

(Beauchamp et coll., 2013). Dans cette étude, l'augmentation relative du risque de mortalité chez les non-participants (< 25 % des séances) était de 58 % par rapport aux participants (> 75 % des séances). Si la majorité des travaux plaident pour l'existence de cette relation dose-réponse, la question reste toutefois toujours débattue dans la littérature (Doherty et Rauch, 2013). Enfin, indépendamment du volume d'exercice, l'implémentation d'une activité physique associée à une diététique et à l'arrêt du tabac doit se faire de manière précoce car les patients ont 4 fois plus de risque de refaire un syndrome coronaire aigu et/ou de décéder s'ils ne changent pas leurs comportements dans le mois qui suit le syndrome coronaire aigu (Chow et coll., 2010).

En centre *versus* à domicile

La réadaptation cardiaque à domicile est présentée comme une alternative à la réadaptation effectuée en centre. Ce type de programme n'existe pas en France pour les pathologies cardiovasculaires. Il n'est pas exclu qu'à terme, ce dispositif soit mis en place pour compenser le manque de places dans les structures de soins de suite et de réadaptation (Pavy et coll., 2014). Dans une revue *Cochrane*, Dalal et coll. ont démontré, sur 1 938 participants, qu'il n'existe aucune différence entre les deux types de prise en charge sur la mortalité et sur les facteurs de risque cardiovasculaires (Dalal et coll., 2010). En 2014, Ortega et coll. ont montré qu'un programme avec supervision sur 6 mois était plus efficace pour améliorer la capacité aérobie ($\neq + 4 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$) par rapport à la non-supervision (Ortega et coll., 2014). En Europe, moins de 36,5 % des patients éligibles participent à la réadaptation (Kotseva et coll., 2013). C'est pourquoi des approches innovantes se multiplient pour promouvoir l'activité physique chez les patients non-participants à la réadaptation cardiaque. Par exemple, une équipe canadienne a démontré, dans une étude contrôlée randomisée, l'efficacité d'une stratégie comprenant un entretien individuel et huit contacts téléphoniques, pour augmenter le volume d'activité physique sur une période de 52 semaines, chez des patients ayant subi un syndrome coronaire aigu et ne prévoyant pas de suivre une réadaptation cardiaque (Reid et coll., 2012). En résumé, la réadaptation selon une approche pluridisciplinaire en centre reste la méthode de référence.

Les risques de pratiquer une activité physique après un syndrome coronaire aigu

Le risque de thrombose sur stent pendant l'entraînement est de 0,08 %, c'est-à-dire faible (Pavy et coll., 2006). Dans une étude prospective menée sur

44 centres et 3 132 patients après un syndrome coronaire aigu bénéficiant d'un traitement médicamenteux optimisé, la récurrence de syndrome coronaire aigu après stent coronaire était de 2,9 cas pour 1 000 patients (Iliou et coll., 2015). Le taux de thrombose sur stent attribué à l'exercice était seulement de 1,2 pour 1 000 patients. Cette étude comparait un groupe « précoce », des patients qui avaient commencé un réentraînement moins d'un mois après la pose du stent, et un groupe « tardif » constitué de patients qui avaient commencé après plus d'un mois. Il a été noté deux événements dans le groupe précoce (dans les 11 jours après un syndrome coronaire aigu) et autant dans le groupe tardif. Par conséquent, l'exercice apparaît comme sûr et rien ne justifie de décaler les séjours à distance de la pose du stent coronaire (Iliou et coll., 2015). Par ailleurs, le risque de pratiquer une activité physique à haute intensité est identique à celui à une intensité modérée, lorsque ces activités sont pratiquées en centre de réadaptation (Rognmo et coll., 2012).

Les bénéfices physiologiques du réentraînement à l'effort

L'amélioration de la fonction endothéliale par l'activité physique est bien démontrée (Hambrecht et coll., 1998 ; Hambrecht et coll., 2000 ; Hambrecht et coll., 2003 ; Hambrecht et coll., 2004 ; Vona et coll., 2004). L'entraînement améliore la vasodilatation endothélio-dépendante dès la 4^e semaine d'entraînement en endurance. À l'inverse, l'arrêt de l'activité physique efface ces effets bénéfiques dès le 1^{er} mois, mettant en évidence l'importance d'une activité physique régulière (Vona et coll., 2004). Par ailleurs, nous retrouvons des effets sur la collatéralité qui sont liés à l'augmentation des forces de cisaillement vasculaire induite par la majoration du flux sanguin, générant ainsi une néo-vascularisation coronaire. Ceci est d'autant plus intéressant chez les patients présentant une ischémie résiduelle et qui nécessiteraient d'être entraînés au seuil ischémique en toute sécurité (Noel et coll., 2007 ; Juneau et coll., 2009). Outre leurs effets sur la production de monoxyde d'azote, les forces de cisaillements induites par l'activité physique provoquent la production de facteurs de croissance vasculaire, avec mobilisation de cellules souches permettant l'angiogénèse et la réparation de l'endothélium coronaire. Que ce soit dans la revue de littérature de Koutroumpi et coll. (2012) ou la revue systématique de Ribeiro et coll. (2013), les auteurs s'accordent sur une élévation du nombre des cellules progénitrices endothéliales, attribuée à l'activité physique et contribuant ainsi à la régénération vasculaire et à l'angiogénèse (Koutroumpi et coll., 2012 ; Ribeiro et coll., 2013). Par ailleurs, les nouvelles méthodes de mesure non-invasives de la fonction endothéliale ont permis de mettre en évidence les effets positifs d'un programme de renforcement musculaire de quatre semaines

(contractions dynamiques ou utilisant seulement des contractions isométriques) sur ce paramètre (Guiraud et coll., 2017). Enfin, il existe un effet additif de l'activité physique au traitement médicamenteux pour réduire la rigidité artérielle en réadaptation cardiaque (Oliveira et coll., 2014).

De nombreuses études ont montré que l'activité physique joue un rôle important dans l'amélioration de l'équilibre sympathovagal et pourrait normaliser les niveaux de marqueurs du tonus sympathique mesurés par microneurographie, la variabilité de la fréquence cardiaque ou les taux plasmatiques de catécholamines (Besnier et coll., 2017). Dans une revue systématique, Snoek et coll. démontrent une évidence de niveau IA de l'activité physique pour améliorer la fréquence cardiaque de récupération chez les patients cardiaques (Snoek et coll., 2013).

L'activité physique est associée à une diminution de l'activité inflammatoire chez les patients coronariens, la protéine C réactive (CRP) et le fibrinogène étant les biomarqueurs pour lesquels les données sont les plus robustes. Une CRP basale plus élevée et des profils lipidiques défavorables seraient associés à des réductions plus importantes de la protéine C réactive (Swardfager et coll., 2012). Il est intéressant de noter que ces améliorations sont d'autant plus grandes chez les sujets qui marchent le soir par rapport aux autres moments de la journée (Lian et coll., 2014). Dans cette étude, le groupe qui participait à des sessions d'activité physique le soir présentaient des diminutions significativement plus importantes sur le fibrinogène ($0,16 \pm 0,19 \text{ g.L}^{-1}$, $p < 0,001$), sur la CRP à haute sensibilité ($1,16 \pm 1,07 \text{ mg.L}^{-1}$, $p < 0,001$), sur le nombre de leucocytes ($0,76 \pm 1,53 \cdot 10^9 \cdot \text{L}^{-1}$, $p = 0,004$) et LDL-C ($0,34 \pm 0,31 \text{ mmol.L}^{-1}$, $p < 0,001$) par rapport au groupe du matin et au groupe contrôle.

Un contrôle des facteurs de risque cardiovasculaires

En prévention secondaire et tertiaire, l'entraînement (endurance et renforcement musculaire) réduit la surcharge pondérale et le tour de taille, améliore le contrôle de la glycémie et aide à la correction de la dyslipidémie. Ces résultats sont constants dans de nombreuses études et bien documentés dans les recommandations (Balady et coll., 2007 ; Tambalis et coll., 2009 ; Perk et coll., 2012). Chez les patients hypertendus, les chiffres tensionnels sont améliorés par le réentraînement à l'effort. Après 4 semaines d'entraînement en endurance, la pression systolique et diastolique baissait respectivement de 3,5 et 2,5 mmHg (Cornelissen et Smart, 2013). Les résultats étaient similaires quelles que soient les modalités (renforcement musculaire, endurance, combiné) (Cornelissen et coll., 2011) et les caractéristiques (intensité, nombre et durée des séances) de l'entraînement (Sosner et coll., 2016).

Le syndrome dépressif et le stress induits par un accident coronaire sont des comorbidités qui sont prises en charge en réadaptation. Le bénéfice de la réadaptation cardiaque sur la qualité de vie et l'anxiété-dépression est indéniable (Duarte Freitas et coll., 2011). Dans cette étude, après seulement trois semaines d'exercice intensif (5 jours sur 7), la qualité du sommeil, l'anxiété-dépression et la qualité de vie se sont améliorés de façon significative chez les 101 patients inclus (Duarte Freitas et coll., 2011).

Les bénéfices avérés des différents types d'activité physique sur la condition physique et la santé

Les séances de gymnastiques de tradition chinoise, tels que le Tai chi et le QI Gong, aident dans le traitement des troubles émotionnels qui suivent un accident coronarien (Stauber et coll., 2013). Dans une revue systématique, Lan et coll. recommandent la prescription de ce type d'activités après un syndrome coronaire aigu (stent ou chirurgie), car il s'agit d'une pratique d'intensité légère à modérée (Lan et coll., 2013). Outre les effets sur le mieux-être, on retrouve aussi des effets positifs sur la fonction endothéliale, l'hypertension, le diabète. Cette revue confirme les résultats de Yeh et coll. incitant au recours au Tai chi en réadaptation cardiaque comme thérapeutique adjuvante (Yeh et coll., 2009).

Le renforcement musculaire est recommandé comme un complément à l'entraînement de type endurance, fournissant des bénéfices additionnels sur le métabolisme du glucose, la composition corporelle, la densité osseuse, la force et l'endurance musculaire des patients coronariens (Williams et coll., 2007 ; Vanhees et coll., 2012a). Aussi, dans une récente méta-analyse incluant 504 patients coronariens, le renforcement musculaire combiné à de l'endurance s'est révélé sûr et plus efficace que l'entraînement continu aérobie seul, pour améliorer la composition corporelle, la force musculaire, la qualité de vie et la tolérance à l'effort (Marzolini et coll., 2012). Si les risques associés à la pratique de la musculation adaptée (ou renforcement musculaire), chez les sujets coronariens, restent très faibles (Oliveira et coll., 2008), ce type d'exercice doit toutefois être supervisé (en permanence ou au début du programme) et individualisé en fonction du statut clinique du patient.

L'intensité de l'exercice au cœur du triptyque bénéfice-risque-plaisir

L'exercice intermittent à haute intensité (EIHI) est une modalité d'entraînement qui a fait l'objet d'une littérature très abondante depuis une dizaine d'années. Ce type d'entraînement consiste à répéter de brèves périodes d'effort de haute intensité (> 85 % de $\dot{V}O_2$ max ou du pic de puissance) entrecoupées de périodes d'effort de faible intensité ou de repos. Les différentes méta-analyses ont toutes démontré la supériorité de l'EIHI par rapport à l'exercice continu d'intensité modérée pour améliorer la capacité aérobie des patients (Cornish et coll., 2011 ; Weston et coll., 2013 ; Pattyn et coll., 2014 ; Weston et coll., 2014 ; Elliott et coll., 2015), paramètre qui est d'ailleurs le facteur pronostique de mortalité le plus puissant (Ross et coll., 2016). Ceci est d'autant plus marquant en considérant que tout gain de capacité d'effort de 1 équivalent métabolique (1 MET *Metabolic Equivalent of Task*) s'accompagne d'une diminution de la mortalité de 15 % (Myers et coll., 2002 ; Froelicher et Myers, 2006).

Les études publiées entre 2004 et 2014 en faveur de l'exercice intermittent à haute intensité

Dans plusieurs études randomisées contrôlées, la supériorité de l'EIHI comme modalité d'exercice a été démontrée sur la diminution de la pression artérielle (Ismail et coll., 2013), sur la diminution du nombre et de la gravité d'arythmies cardiaques (Guiraud et coll., 2013b), sur l'augmentation du pic de $\dot{V}O_2$ (Rognmo et coll., 2004), sur la production de monoxyde d'azote (Deljanin Ilic et coll., 2009), sur la sensibilité à l'insuline (Tjonna et coll., 2008), sur la fonction cognitive (Drigny et coll., 2014 ; Juneau et coll., 2014) et sur la régulation autonome du myocarde (Munk et coll., 2009a). Aussi, l'EIHI permet de diminuer la resténose intra-stent après revascularisation coronaire, en relation avec une baisse de l'inflammation et une amélioration de la fonction endothéliale (Munk et coll., 2009b ; Munk et coll., 2011). De plus, l'adhésion à l'EIHI est supérieure à l'entraînement de type continu (Moholdt et coll., 2011). Ceci s'explique très probablement par le fait que l'EIHI est perçue comme un mode d'exercice plus agréable et plus ludique (Bartlett et coll., 2011).

La majorité des études citées ci-dessus s'appuient sur le protocole développé par une équipe norvégienne (Wisloff et coll., 2007 et 2009). Il consiste à s'échauffer sur tapis roulant pendant 10 minutes à 50-60 % du pic de $\dot{V}O_2$, puis d'enchaîner 4 phases d'exercice de 4 minutes à 90-95 % de la FCmax (fréquence cardiaque maximale) alternées avec des phases de

récupérations actives de 3 minutes à 50-70 % de la FC_{max}, avant d'observer un retour au calme de 3 minutes, pour une durée totale d'entraînement de 38 minutes. Si ce protocole norvégien est le modèle le plus étudié pour les réponses à l'exercice chronique, il demeure toutefois très peu étudié au niveau des réponses aiguës. D'ailleurs, le choix de ce type de protocole semble empirique car aucune étude d'optimisation n'a été publiée avant son utilisation à l'entraînement. À ce titre, une récente revue rappelle que le modèle d'exercice intermittent optimal est d'alterner 15-30 secondes à la puissance maximale suivies d'intervalles de récupération passive de la même durée, car il permet une durée totale d'effort longue, proche de la consommation maximale d'oxygène ($\dot{V}O_{2max}$) et ce, associé à une perception moindre de l'effort, par rapport à d'autres protocoles qui utilisent des intervalles et des périodes de récupération active plus longs (Juneau et coll., 2014).

Il convient toutefois de rester prudent. La supériorité de l'EIHI sur l'exercice continu d'intensité modérée (ECIM) n'est confirmée, dans les dernières méta-analyses, que sur un seul paramètre : le $\dot{V}O_{2max}$. Ceci s'explique par le fait que travailler à des intensités proches du $\dot{V}O_{2max}$ permet de stimuler ce dernier et donc de l'améliorer (Guiraud et coll., 2012d). Mais la comparaison de ces deux modes d'exercices sur les autres paramètres de santé repose sur des études de faibles effectifs, des échantillons de patients hétérogènes et utilisant des protocoles d'entraînement très différents. En effet, les paramètres d'exercice sont nombreux, permettant un grand nombre de combinaisons possibles et des réponses physiologiques très différentes (Guiraud et coll., 2010). Enfin, la plupart des études utilisent des protocoles d'entraînement qui ne sont pas iso-caloriques, ce qui rend les résultats observés difficilement comparables (Guiraud et coll., 2011).

Les études qui n'ont pas départagé les deux modalités

Chez les coronariens, ainsi que chez les patients à haut risque cardio-métabolique (Hwang et coll., 2011), l'EIHI présente une efficacité similaire à l'ECIM pour corriger les facteurs de risque cardiovasculaires tels que la glycémie, l'hypertension, la dyslipidémie et la circonférence de la taille (Gayda et coll., 2016). Il en est de même pour la pente V_e/VCO_2 (Cardozo et coll., 2015), la pression partielle de CO_2 (Ribeiro et coll., 2017), les caractéristiques et la régression de l'athérome coronaire (Madssen et coll., 2014) et la qualité de vie (Moholdt et coll., 2009). D'autres études ont comparé les effets de EIHI *versus* ECIM sur d'autres paramètres tels que la pression artérielle, les fonctions systoliques et diastoliques, la fréquence cardiaque de

récupération, la variabilité de la fréquence cardiaque et n'ont observé aucun effet du type d'entraînement (Rognmo et coll., 2012 ; Keteyian et coll., 2014 ; Conraads et coll., 2015).

Discussion et perspectives autour de l'exercice intermittent à haute intensité

Depuis 2014, des études ont été menées sur de plus grands échantillons. Après 6 semaines d'entraînement, Tschentscher et coll. observent une amélioration identique du pic de puissance quelle que soit l'intensité de l'exercice utilisé (Tschentscher et coll., 2016). Contrairement aux précédents essais de petites tailles, l'étude *SAINTEX-CAD* a observé des améliorations similaires entre les deux types d'exercice sur la capacité aérobie et la fonction endothéliale, chez 200 patients coronariens entraînés pendant 12 semaines (Conraads et coll., 2015). Toutefois, ces nouvelles études de plus grande envergure ont choisi d'utiliser des protocoles d'entraînements fondés sur un pourcentage de la fréquence cardiaque et des intervalles d'exercices longs, ce qui les rend discutables (Guiraud et coll., 2012d). L'utilisation de protocoles courts fondés sur une puissance d'exercice serait plus adaptée chez ces patients fatigables et fragiles (Juneau et coll., 2014). Par ailleurs, les protocoles d'entraînement utilisant des récupérations passives permettent aux patients les plus vulnérables de reproduire les séquences d'exercice grâce à une meilleure récupération (Guiraud et coll., 2010). De manière générale, l'avantage de l'EIHI réside dans le fait que le patient maintient un niveau de consommation d'oxygène élevé pendant les périodes de récupération, alors qu'il s'arrête ou réduit considérablement son niveau d'effort. De plus, les utilisateurs décrivent une sensation d'effort moins difficile et cet exercice rythmé est plus proche des activités de la vie quotidienne (Guiraud et coll., 2012d). Il nécessite en revanche une supervision, une bonne compréhension des consignes et un matériel adapté. En résumé, il ne faut pas opposer ces deux techniques, car l'exercice continu et l'EIHI sont complémentaires (tableau 9.1).

Depuis peu, une autre forme d'entraînement encore plus court et plus intense a fait son apparition, tout d'abord en recherche, puis dans le domaine du conditionnement physique. Ce type d'entraînement est appelé en anglais « *sprint interval training* », c'est-à-dire des entraînements basés sur des efforts supra-maximaux. Il consiste à répéter de 4 à 8 sprints de 10 à 30 sec à des puissances très importantes (> 170 % de la puissance maximale aérobie ou PMA), entrecoupés par des périodes de repos variant de 10 sec à 5 min. À titre d'exemple, un entraînement de 12 semaines, utilisant 3 sprints de 20 sec

Tableau 9.1 : Effets attendus des modalités d'exercice sur la capacité fonctionnelle et les facteurs de risque cardiovasculaires chez les patients coronariens (adapté de Gayda et coll., 2016)

Paramètres	Entraînement des muscles inspiratoires	Entraînement en résistance	Entraînement aérobie modéré et continu (EAMC)	Entraînement par intervalles à haute intensité (EIHI)	EAMC vs EIHI
Capacité aérobie maximale	+ 52 secondes (durée d'effort) ⁽¹⁾		+ 15 % ⁽²⁾ + 2,61 ± 2,12 mL.min ⁻¹ .kg ⁻¹⁽³⁾	+ 4,26 ± 2,47 mL.min ⁻¹ .kg ⁻¹⁽³⁾	En faveur de EIHI : 1,60 [0,18-3,02] ⁽³⁾
Force musculaire (FM)	Débit de pointe : + 25,6 L.min ⁻¹⁽¹⁾	FM : + 22,6 % ⁽⁴⁾	FM : + 14 % ⁽⁴⁻¹⁰⁾		
Indice de masse corporelle (IMC) ou poids		Poids : + 0,2 % ⁽⁴⁾	Δ IMC : -0,3 ± 0,64 kg.m ⁻²⁽¹¹⁾ IMC : -1,5 % ⁽⁴⁾ Δ Poids : -0,5 kg ± 2,05 ⁽¹¹⁾	Δ IMC : + 0,1 ± 0,61 kg.m ⁻²⁽¹¹⁾ Δ Poids : + 0,5 ± 2,20 kg ⁽¹¹⁾	Tendance en faveur de EAMC pour le poids : 0,78 [-0,01-1,58] ⁽³⁾
Pression artérielle au repos (Pression artérielle systolique PAS et diastolique PAD)			Δ PAS : -3,2 (-5,4 to 0,9) mmHg ⁽¹²⁾ Δ PAD : -1,2 (-2,7 to 0,3) mmHg ⁽¹²⁾	Δ PAS : 0,0 ± 2,19 mmHg ⁽¹¹⁾ Δ PAD : - 1,1 ± 1,29 mmHg ⁽¹¹⁾	Tendance en faveur de EAMC : -3,44 [-7,25 - 0,36] ⁽¹³⁾
Cholestérol Total			Δ : + 0,16 ± 0,12 mmol.L ⁻¹ -5 % ⁽¹¹⁾	Δ : + 0,17 ± 0,11 mmol.L ⁻¹⁽¹¹⁾	Pas de différence
HDL-cholestérol			Δ : + 0,09 ± 0,04 mmol.L ⁻¹⁽¹¹⁾	Δ : + 0,08 ± 0,04 mmol.L ⁻¹⁽¹¹⁾	Pas de différence
LDL-cholestérol			+ 0,07 ± 0,10 mmol.L ⁻¹ -2 % ⁽¹¹⁾	Δ : + 0,09 ± 0,08 mmol.L ⁻¹⁽¹¹⁾	Pas de différence
Triglycérides			-0,03 ± 0,07 mmol.L ⁻¹ -15 % ⁽¹¹⁾	Δ : -0,02 ± 0,15 mmol.L ⁻¹⁽¹¹⁾	Pas de différence

¹ (Darnley et coll., 1999) ; ² (Swift et coll., 2013) ; ³ (Pattyn et coll., 2014) ; ⁴ (Kelemen et coll., 1986) ; ⁵ (Arthur et coll., 2007) ; ⁶ (Marzolini et coll., 2008) ; ⁷ (Hung et coll., 2004) ; ⁸ (Pierson et coll., 2001) ; ⁹ (Stewart et coll., 1998) ; ¹⁰ (McCartney et coll., 1991) ; ¹¹ (Conraads et coll., 2015) ; ¹² (Stone et Arthur, 2005) ; ¹³ (Elliott et coll., 2015).

(250 % de la PMA) 3 fois par semaine, a des effets équivalents sur la $\dot{V}O_2\text{max}$, la fonction mitochondriale musculaire ou la sensibilité à l'insuline, lorsqu'il est comparé à un entraînement modéré continu (45 min à 70 % PMA), chez de jeunes sujets sédentaires (Gillen et coll., 2016). Les mécanismes d'adaptations de l'entraînement aux sprints supra-maximaux passent notamment par une augmentation de l'activité d'enzymes oxydatives musculaires comme la citrate synthase. Il semble donc qu'un entraînement à très haute intensité puisse procurer des bénéfices cardiovasculaires importants, et ce de façon beaucoup plus rapide que l'entraînement modéré. Cependant, bien que comprimer le temps consacré à une séance d'exercice soit séduisant (< 10 min), ce type d'entraînement reste très exigeant et n'a été étudié que chez les sujets sains, jeunes (< 40 ans), en bonne santé et sur de courtes périodes de temps (2 à 12 semaines). Son application à des populations plus âgées qui présentent des facteurs de risque ou des maladies cardiaques stables reste à être déterminée, autant en termes d'efficacité que de sécurité.

Si les adaptations cellulaires du muscle squelettique sont reliées à l'intensité de l'exercice (comme vu ci-dessus), ce type d'entraînement court et intense pourrait être à l'avenir adapté aux populations symptomatiques pour répondre au manque de temps des personnes qui veulent s'entraîner (MacInnis et Gibala, 2017). Toutefois, l'exercice de type continu permet d'effectuer des périodes d'exercice plus longues en maintenant un métabolisme stable, ce qui favorise le métabolisme oxydatif (Gayda et coll., 2016). Par conséquent, le choix du protocole d'entraînement doit être établi en tenant compte du profil de personnalité du patient, de son environnement psycho-social et de ses comorbidités (Labrunee et coll., 2012). Si la manipulation d'un seul paramètre modifie considérablement les réponses cardiovasculaires (Guiraud et coll., 2010), nous constatons que la variation de l'intensité doit être établie avec précaution pour maximiser les bénéfices, minimiser les risques d'accident et obtenir un maximum de plaisir pour le patient (Guiraud et coll., 2012c).

La prévention tertiaire

Généralités

La prévention tertiaire désigne l'ensemble des moyens mis en œuvre pour éviter la survenue de complications cardiovasculaires et les récives de syndrome coronaire aigu. Parmi ces moyens, l'activité physique tient une place majeure, notamment depuis la publication de Myers et coll. qui reste définitivement dans les mémoires des cardiologues réadaptateurs (Myers et coll.,

2002 ; Froelicher et Myers, 2006). Cette étude avait mis en lumière, chez 6 213 hommes suivis pendant $6,2 \pm 3,7$ années, l'intérêt de faire de l'activité physique pour améliorer sa capacité aérobie maximale, qui était présentée comme un critère pronostique robuste de mortalité chez les sujets atteints de maladies cardiovasculaires.

En France, il existe des programmes de prévention tertiaire soutenus par des réseaux régionaux de santé ou des clubs cœur et santé. L'efficacité des sections dites « activités physiques adaptées » récemment créées dans les clubs des fédérations sportives n'a pas été évaluée à ce jour. Si la prévention secondaire a fait l'objet d'un nombre conséquent d'études, il y en a moins en prévention tertiaire chez des sujets physiquement actifs et stabilisés sur le plan médicamenteux (Gayda et coll., 2016).

Ces études ont notamment permis d'optimiser les techniques de réentraînement et de vérifier l'innocuité de nouvelles activités physiques. Toutefois, la grande diversité des études portant sur l'efficacité des programmes à distance « piqûres de rappel » ne permet pas de dégager une tendance. Nous retenons l'étude de Freyssin et coll. qui a démontré qu'après un programme de réadaptation cardiaque ($18,3 \pm 5,3$ mois), le mode de vie sédentaire a une influence négative sur le poids, la condition physique et la compli-ance artérielle qui sont des marqueurs importants des facteurs de risque. *A contrario*, la pratique de l'activité physique préserve ces paramètres chez ces patients coronariens (Freyssin et coll., 2011).

Si la majorité des études montre une meilleure survie parmi les patients coronariens qui participent à la réadaptation cardiaque, la faible participation à la prévention secondaire a amené certains chercheurs à vérifier les effets des activités physiques « libres », c'est-à-dire non supervisées, mais induisant une dépense énergétique active. Ces activités sont définies comme le niveau d'activité que les patients ont, dans leurs limites physiques, à leur propre rythme et dans leur propre environnement (Moy et coll., 2003).

Les données de l'enquête américaine sur la santé et la nutrition, menée de 2003 à 2006 avec un suivi jusqu'en 2011, ont été utilisées (Loprinzi et Addoh, 2016). L'activité physique a été évaluée objectivement sur 7 jours en utilisant un accéléromètre pendant les heures de veille. Après ajustement, l'étude montre que pour chaque fraction de 60 minutes d'augmentation de l'activité physique quotidienne libre, les patients coronariens ont eu un risque réduit de 16 % de mortalité toutes causes (*hazard ratio* : 0,84 ; IC 95 % [0,72-0,97]). Par conséquent, même si la participation à la réadaptation cardiaque supervisée reste à défendre, il est impératif d'inviter les patients non-participants à « sau-poudrer » leur quotidien d'une activité physique car elle est associée à une

survie accrue chez les patients coronariens. Ces activités physiques du quotidien peuvent être qualifiées « d'indolores » car intégrés dans le mode de vie.

Observance à l'activité physique après un programme de réadaptation cardiaque

L'observance aux recommandations liées à l'activité physique reste la question cruciale. Si tout semble démontrer des effets cardioprotecteurs de l'exercice, ces derniers demeurent toutefois limités, lorsqu'ils ne sont pas maintenus sur du long terme. C'est pourquoi, nous constatons une littérature florissante sur le sujet ces dernières années, où nombre de chercheurs tentent de trouver des stratégies visant à soutenir les patients dans une pratique régulière. En 2010, Ferrier et coll. ont démontré dans une revue systématique l'efficacité de la réadaptation à domicile, à condition qu'elle soit accompagnée d'encouragements téléphoniques et d'objectifs individualisés (Ferrier et coll., 2011). Ceci doit nous amener à nous questionner sur l'intérêt d'une pratique courte et intensive en centre sans un minimum de suivi à l'issue du séjour en réadaptation. D'ailleurs, Guiraud et coll. ont évalué à l'aide d'accéléromètres, le niveau et le volume d'activité physique deux mois et un an après un séjour en réadaptation cardiaque chez 101 patients (Guiraud et coll., 2012a). Le constat est clair, il existe un effondrement de la pratique d'activité physique régulière chez la moitié des patients avec 50 % puis 60 % des patients qui redeviennent inactifs, à deux mois et un an après le séjour. Cela met en lumière le fait que les semaines qui suivent la sortie semblent cruciales et qu'un retour à domicile sans un minimum de suivi est voué à l'échec, et ce, malgré des programmes de réentraînement à l'effort adaptés, individualisés, et des séances d'éducation portant sur la préparation à la sortie. Par la suite, cette même équipe a réussi, grâce à un suivi téléphonique de 8 semaines associé à des mesures accélérométriques, à augmenter la quantité d'activité physique modérée de 95 à 137 min par semaine chez ces mêmes patients qui étaient redevenus sédentaires (Guiraud et coll., 2012b). Ceci a été confirmé par Kaminsky et coll. (2013) qui ont démontré, chez des patients inactifs (< 7 500 pas/jour), que l'utilisation pendant 8 semaines du podomètre avec des objectifs individualisés de nombre de pas, augmente de 42 % l'activité physique modérée (surtout dans les jours hors réadaptation cardiaque), tandis qu'elle reste inchangée dans le groupe admis en réadaptation sans podomètre (Kaminsky et coll., 2013). Par conséquent, les outils technologiques ont un effet incitatif indéniable et largement potentialisé par un suivi téléphonique (Butler et coll., 2009 ; Sangster et coll., 2010 ; Karjalainen et coll., 2012). Mais d'une manière plus générale, comme cela est décrit dans une revue *Cochrane*, seules les interventions ciblant les obstacles identifiés par le patient peuvent accroître les chances de succès

(Karmali et coll., 2014). Plus récemment, Frederix et coll. ont évalué, dans un essai contrôlé randomisé, les effets de la télé-réadaptation après une réadaptation cardiaque conventionnelle (Frederix et coll., 2015a). Les sujets recevaient des emails ou SMS semi-automatiques, les encourageant à atteindre leurs objectifs prédéfinis en matière d'activité physique. Les résultats de l'analyse coût-efficacité et le taux de réhospitalisations montrent un effet positif en faveur de la télé-réadaptation (Frederix et coll., 2016). Cette étude montre clairement que si les patients ne font plus rien après la réadaptation cardiaque, les effets bénéfiques de celle-ci vont s'amenuiser dans le temps et qu'ils n'en retireront que très peu d'avantages à long terme ; il s'agit alors d'un gaspillage de ressources financières limitées. La télé-réadaptation pourrait être considérée comme un coût neutre si la réduction du nombre de réhospitalisations était prise en compte dans le modèle de soins (Frederix et coll., 2015b). Les programmes de réadaptation devraient chercher des initiatives de ce genre pour optimiser les résultats.

Les recommandations des sociétés savantes en matière d'activité physique

Les recommandations des sociétés savantes en matière de prescription d'activité physique en prévention secondaire sont précises (Balady et coll., 2007 ; Pavy et coll., 2012). Il faut favoriser des activités d'endurance de 20 à 60 minutes mobilisant des masses musculaires importantes, avec une fréquence de 3 à 5 fois par semaine, combinées à des exercices de renforcement musculaire sur les grands groupes musculaires. La surveillance des entraînements doit être effectuée à l'aide d'une fréquence cardiaque d'entraînement située dans une zone cible et calculée par la méthode de Karvonen (Karvonen et Vuorimaa, 1988). Cette surveillance doit être préférablement accompagnée d'une évaluation de l'effort perçu par le patient à l'aide de l'échelle de Borg (Borg, 1982).

En phase initiale de la réadaptation, la durée des exercices se situe entre 15 et 30 minutes et d'une intensité progressive de 50 à 70 % de la puissance maximale aérobie (Balady et coll., 2007). En phase d'entraînement dans l'optique d'une progression, la durée des efforts dure de 30 à 60 minutes à une intensité évaluée à partir de la PMA (60-80 %), de la réserve chronotrope⁸⁹ (le plus souvent 60-80 % de la formule de Karvonen⁹⁰) ou du niveau

89. La réserve chronotrope correspond à la fréquence cardiaque maximale à laquelle il faut soustraire la fréquence cardiaque de repos : $FC_{réserve} = FC_{max} - FC_{repos}$.

90. Formule de Karvonen : $FCE = FC_{repos} + [(FC_{max} - FC_{repos}) \times K (\%)]$ avec FCE = fréquence cardiaque d'entraînement. Chez le cardiaque K varie entre 60 et 80.

de difficulté ressenti (échelle de Borg 12-14). Récemment, une équipe mont-réalaise s'est appuyée sur la littérature scientifique pour proposer une aide à la prescription d'EIHI qui nous paraît très intéressante (tableau 9.II). Cette prescription repose sur le principe de progression induite par la manipulation de la charge de travail, de la spécificité et de la périodisation (variation). La variation des paramètres d'exercice respecte d'ailleurs le niveau d'aptitude des patients et le type de supervision (Gayda et coll., 2016).

Pour le renforcement musculaire, il est recommandé de respecter 4 phases pour favoriser la progression et répondre à des objectifs différents (Bjarnason-Wehrens et coll., 2004 ; Vanhees et coll., 2012b) (tableau 9.III).

Les perspectives en matière d'organisation

À l'hôpital

L'amélioration spectaculaire des symptômes après la reperfusion coronaire incite le cardiologue angioplasticien à proposer au patient un retour rapide au domicile. Or, c'est précisément le moment où il faudrait proposer au patient non réceptif aux messages éducatifs, un encadrement pluridisciplinaire pour entreprendre un réentraînement à l'effort en centre de réadaptation (Touze et coll., 2014). Dans cette phase précoce, la priorité à l'orientation en réadaptation devrait être aussi élevée que les premiers soins. Cela souligne la nécessité d'accroître la sensibilisation à la réadaptation aux différents professionnels impliqués en soins aigus.

Programmes de prévention précoce

Comme nous l'avons mentionné plus haut, l'adhésion des patients s'avère particulièrement difficile et des stratégies novatrices sont nécessaires de toute urgence pour remédier à ce problème. La mise en place d'un réentraînement à l'effort dans les jours qui suivent le syndrome coronaire aigu devrait être une priorité.

Technologies de télécommunication

L'évolution récente des télécommunications a permis l'apparition de nouvelles stratégies préventives, complétant les services conventionnels offerts dans les centres. Il est urgent de valider des outils technologiques de prévention personnalisés pour aider les patients dans leur rétablissement et

Tableau 9.II : Pratique de l'exercice intermittent à haute intensité en fonction de l'état de santé des patients cardiaques (Gayda et coll., 2016)

Patients avec pathologies cardiaques	Phase	Buts/intensité	Ratio effort/récupération	Échelle de Borg	Durée EIHI (minutes)	Fréquence par semaine	Lieux
Niveau d'aptitude bas (pathologies coronaires, insuffisance cardiaque, niveau III <i>New York Heart Association</i>)	Initiation (semaine 0-4)	IC 80-100 % PPM	15-30 s/15-30 s passive	15	10-20	2-3	En centre
	Progression (semaine 4-12)	IC 80-100 % PPM	1 mn/1 mn Active + passive	15-18	15-20	3	En centre
	Maintenance (après semaine 12)	IC+IM IC 80-120 % PPM IM 80 % PPM ou 80-90 % FCM	1-3 mn/1-3 mn Active + passive	15-18	15-20	3	À domicile ou dans une association
Niveau d'aptitude élevé (pathologies coronaires, insuffisance cardiaque, niveau I à II <i>New York Heart Association</i>)	Initiation (semaine 0-4)	IC 80-100 % PPM	15-30 s/15-30 s passive	15	15-20	2-3	En centre
	Progression (semaine 4-12)	IC+IM IC 80-120 % PPM IM 80 % PPM ou 80-90 % FCM	1-3 mn/1-3 mn Active + passive	15-18	20-25	3	En centre/à domicile
	Maintenance (après semaine 12)	IM à IL 80-90 % PPM ou 80-85 % FCM	1-4 mn/1-4 mn active	15-18	25	3	À domicile ou dans une association

IC : intervalles courts (15-30 secondes) ; PPM : pic de puissance maximale ; IM : intervalles moyens (1-3 minutes) ; FCM : fréquence cardiaque maximale ; IL : intervalles longs (> 3 minutes).

Tableau 9.III : Les 4 phases du renforcement musculaire

	Phase Initiale	Phase II	Phase III	Phase finale
Objectif	Familiarisation	Endurance musculaire et coordination	Hypertrophie musculaire et coordination	Force musculaire
% 1-RM	< 30 %	30-50 %	40-60 %	60-80 %
Nombre de répétitions	5-10	10-25	8-15	8-10
Nombre de séries	1-3	1-3	1-3	1-3
Fréquence/semaine	2-3	2-3	2-3	2-3
Perception de l'effort (échelle de Borg)	< 11-12	12-13	13-15	15

1-RM : une répétition maximale.

prévenir les événements récurrents à distance (Frederix et coll., 2015b). Le programme optimal comprend plusieurs modules consacrés au suivi : le coaching, l'apprentissage en ligne, l'interaction sociale et la communication bilatérale avec le soignant (Frederix et coll., 2015a).

Nouveaux modèles de prescription

Des efforts sont faits pour individualiser les programmes basés sur la stratification des patients afin de maximiser les avantages cliniques et optimiser la sécurité. Actuellement, le projet d'organigramme « Expert » porté par la Société européenne de cardiologie, qui combine le travail collaboratif et les connaissances de plus de 35 experts (sur 11 pays européens), permettra de prescrire aux patients des programmes spécifiques en tenant compte de leurs facteurs de risque cardiovasculaires et d'autres facteurs (tels que l'hypertension pulmonaire, les maladies pulmonaires, la resynchronisation, l'insuffisance rénale ou la sarcopénie).

Conclusion

Les bénéfices de l'activité physique sont définitivement établis dans la maladie coronaire. Cette activité, pratiquée régulièrement, apparaît clairement efficace pour atténuer le risque de décès prématuré chez les hommes et les femmes atteints de maladies cardiovasculaires. Au sein de la réadaptation cardiaque, l'activité physique est une prise en charge d'autant plus efficace qu'elle est instaurée précocement. Elle est sûre, globale et peu coûteuse. Il est important de le rappeler car pendant longtemps, le repos et l'inactivité physique ont été recommandés chez les patients coronariens et

il existe encore des praticiens peu convaincus par cette thérapeutique non médicamenteuse.

En France, seulement 22,7 % des patients sont adressés en réadaptation après un syndrome coronaire aigu. L'effort doit donc être mis sur l'accès aux programmes d'activité physique supervisés. De manière générale, les programmes français doivent être plus flexibles pour lutter contre un taux d'abstention trop élevé (Pavy et coll., 2014). Il nous reste à inventer de nouveaux programmes innovants qui tiennent compte de l'environnement géographique et socioéconomique du patient afin de permettre l'adhésion à long terme des patients à ce type de programme. Enfin, l'effort à présent doit aussi être porté sur la question de l'observance à l'activité physique pour permettre aux personnes de vivre mieux après un syndrome coronarien, et ce, en association avec le traitement médicamenteux optimal.

RÉFÉRENCES

Anderson L, Oldridge N, Thompson DR, *et al.* Exercise-based cardiac rehabilitation for coronary heart disease: Cochrane systematic review and meta-analysis. *J Am coll Cardiol* 2016 ; 67 : 1-12.

Arthur HM, Gunn E, Thorpe KE, *et al.* Effect of aerobic vs combined aerobic-strength training on 1-year, post-cardiac rehabilitation outcomes in women after a cardiac event. *J Rehabil Med* 2007 ; 39 : 730-5.

Balady GJ, Williams MA, Ades PA, *et al.* Core components of cardiac rehabilitation/secondary prevention programs: 2007 update: a scientific statement from the American heart association exercise, cardiac rehabilitation, and prevention committee, the council on clinical cardiology; the councils on cardiovascular nursing, epidemiology and prevention, and nutrition, physical activity, and metabolism; and the American association of cardiovascular and pulmonary rehabilitation. *Circulation* 2007 ; 115 : 2675-82.

Bartlett JD, Close GL, Maclaren DP, *et al.* High-intensity interval running is perceived to be more enjoyable than moderate-intensity continuous exercise: implications for exercise adherence. *J Sports Sci* 2011 ; 29 : 547-53.

Beauchamp A, Worcester M, Ng A, *et al.* Attendance at cardiac rehabilitation is associated with lower all-cause mortality after 14 years of follow-up. *Heart* 2013 ; 99 : 620-5.

Besnier F, Labrunee M, Pathak A, *et al.* Exercise training-induced modification in autonomic nervous system: an update for cardiac patients. *Ann Phys Rehabil Med* 2017 ; 60 : 27-35.

Bjarnason-Wehrens B, Mayer-Berger W, Meister ER, *et al.* Recommendations for resistance exercise in cardiac rehabilitation. Recommendations of the German federation for cardiovascular prevention and rehabilitation. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2004 ; 11 : 352-61.

Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc* 1982 ; 14 : 377-81.

Butler L, Furber S, Phongsavan P, *et al.* Effects of a pedometer-based intervention on physical activity levels after cardiac rehabilitation: a randomized controlled trial. *J Cardiopulm Rehabil Prev* 2009 ; 29 : 105-14.

Cardozo GG, Oliveira RB, Farinatti PT. Effects of high intensity interval versus moderate continuous training on markers of ventilatory and cardiac efficiency in coronary heart disease patients. *ScientificWorldJournal* 2015 ; 2015 : 192479.

Chow CK, Jolly S, Rao-Melacini P, *et al.* Association of diet, exercise, and smoking modification with risk of early cardiovascular events after acute coronary syndromes. *Circulation* 2010 ; 121 : 750-8.

Conraads VM, Pattyn N, De Maeyer C, *et al.* Aerobic interval training and continuous training equally improve aerobic exercise capacity in patients with coronary artery disease: the SAINTEX-CAD study. *Int J Cardiol* 2015 ; 179 : 203-10.

Cornelissen VA, Fagard RH, Coeckelberghs E, *et al.* Impact of resistance training on blood pressure and other cardiovascular risk factors: a meta-analysis of randomized, controlled trials. *Hypertension* 2011 ; 58 : 950-8.

Cornelissen VA, Smart NA. Exercise training for blood pressure: a systematic review and meta-analysis. *J Am Heart Assoc* 2013 ; 2 : e004473.

Cornish AK, Broadbent S, Cheema BS. Interval training for patients with coronary artery disease: a systematic review. *Eur J Applied Physiol* 2011 ; 111 : 579-89.

Dalal HM, Zawada A, Jolly K, *et al.* Home based versus centre based cardiac rehabilitation: Cochrane systematic review and meta-analysis. *BMJ* 2010 ; 340 : b5631.

Darnley GM, Gray AC, McClure SJ, *et al.* Effects of resistive breathing on exercise capacity and diaphragm function in patients with ischaemic heart disease. *Eur J Heart Fail* 1999 ; 1 : 297-300.

Deljanin Ilic M, Ilic S, Lazarevic G, *et al.* Impact of interval versus steady state exercise on nitric oxide production in patients with left ventricular dysfunction. *Acta Cardiologica* 2009 ; 64 : 219-24.

Doherty P, Rauch G. Cardiac rehabilitation mortality trends: how far from a true picture are we? *Heart* 2013 ; 99 : 593-5.

Drigny J, Gremeaux V, Dupuy O, *et al.* Effect of interval training on cognitive functioning and cerebral oxygenation in obese patients: a pilot study. *J Rehabil Med* 2014 ; 46 : 1050-4.

Duarte Freitas P, Haida A, Bousquet M, *et al.* Short-term impact of a 4-week intensive cardiac rehabilitation program on quality of life and anxiety-depression. *Ann Phys Rehabil Med* 2011 ; 54 : 132-43.

Elliott AD, Rajopadhyaya K, Bentley DJ, *et al.* Interval training versus continuous exercise in patients with coronary artery disease: a meta-analysis. *Heart Lung Circ* 2015 ; 24 : 149-57.

Ferrier S, Blanchard CM, Vallis M, *et al.* Behavioural interventions to increase the physical activity of cardiac patients: a review. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2011 ; 18 : 15-32.

Fox KA, Birkhead J, Wilcox R, *et al.* British cardiac society working group on the definition of myocardial infarction. *Heart* 2004 ; 90 : 603-9.

Frederix I, Hansen D, Coninx K, *et al.* Medium-term effectiveness of a comprehensive internet-based and patient-specific telerehabilitation program with text messaging support for cardiac patients: randomized controlled trial. *J Med Internet Res* 2015a ; 17 : e185.

Frederix I, Hansen D, Coninx K, *et al.* Effect of comprehensive cardiac telerehabilitation on one-year cardiovascular rehospitalization rate, medical costs and quality of life: a cost-effectiveness analysis. *Eur J Prev Cardiol* 2016 ; 23 : 674-82.

Frederix I, Vanhees L, Dendale P, *et al.* A review of telerehabilitation for cardiac patients. *J Telemed Telecare* 2015b ; 21 : 45-53.

Freyssin C Jr, Blanc P, Verkindt C, *et al.* Effect of long-term physical activity practice after cardiac rehabilitation on some risk factors. *Int J Rehabil Res* 2011 ; 34 : 357-9.

Froelicher V, Myers J. *Exercise and the heart*. Philadelphia : Saunders-Elsevier, 2006.

Gayda M, Ribeiro PA, Juneau M, *et al.* Comparison of different forms of exercise training in patients with cardiac disease: where does high-intensity interval training fit? *Can J Cardiol* 2016 ; 32 : 485-94.

Gillen JB, Martin BJ, Macinnis MJ, *et al.* Twelve weeks of sprint interval training improves indices of cardiometabolic health similar to traditional endurance training despite a five-fold lower exercise volume and time commitment. *PLoS One* 2016 ; 11 : e0154075.

Guiraud T, Darolles F, Sanguignol F, *et al.* Quid des enseignants en activité physique adaptée dans les établissements de soins de suite et de réadaptation en 2013 ? *Science Sports* 2013a ; 28 : 211-9.

Guiraud T, Granger R, Gremeaux V, *et al.* Accelerometer as a tool to assess sedentarity and adherence to physical activity recommendations after cardiac rehabilitation program. *Ann Phys Rehabil Med* 2012a ; 55 : 312-21.

Guiraud T, Granger R, Gremeaux V, *et al.* Telephone support oriented by accelerometric measurements enhances adherence to physical activity recommendations in non-compliant patients after a cardiac rehabilitation program. *Arch Phys Med Rehabil* 2012b ; 93 : 2141-47.

Guiraud T, Juneau M, Nigam A, *et al.* Optimization of high intensity interval exercise in coronary heart disease. *Eur J Appl Physiol* 2010 ; 108 : 733-40.

Guiraud T, Labrunee M, Besnier F, *et al.* Whole-body strength training with Huber motion lab and traditional strength training in cardiac rehabilitation: a randomized controlled study. *Ann Phys Rehabil Med* 2017 ; 60 : 20-6.

Guiraud T, Labrunee M, Gaucher-Cazalis K, *et al.* High-intensity interval exercise improves vagal tone and decreases arrhythmias in chronic heart failure. *Med Sci Sports Exerc* 2013b ; 45 : 1861-7.

Guiraud T, Labrunee M, Gayda M, *et al.* Non-pharmacological strategies in cardiovascular prevention: 2011 highlights. *Ann Phys Rehabil Med* 2012c ; 55 : 342-74.

Guiraud T, Nigam A, Gremeaux V, *et al.* High-intensity interval training in cardiac rehabilitation. *Sports Med* 2012d ; 42 : 587-605.

Guiraud T, Nigam A, Juneau M, *et al.* Acute responses to high-intensity intermittent exercise in CHD patients. *Med Sci Sports Exerc* 2011 ; 43 : 211-7.

Hambrecht R, Adams V, Erbs S, *et al.* Regular physical activity improves endothelial function in patients with coronary artery disease by increasing phosphorylation of endothelial nitric oxide synthase. *Circulation* 2003 ; 107 : 3152-8.

Hambrecht R, Fiehn E, Weigl C, *et al.* Regular physical exercise corrects endothelial dysfunction and improves exercise capacity in patients with chronic heart failure. *Circulation* 1998 ; 98 : 2709-15.

Hambrecht R, Walther C, Mobius-Winkler S, *et al.* Percutaneous coronary angioplasty compared with exercise training in patients with stable coronary artery disease: a randomized trial. *Circulation* 2004 ; 109 : 1371-8.

Hambrecht R, Wolf A, Gielen S, *et al.* Effect of exercise on coronary endothelial function in patients with coronary artery disease. *N Engl J Med* 2000 ; 342 : 454-60.

Hammill BG, Curtis LH, Schulman KA, *et al.* Relationship between cardiac rehabilitation and long-term risks of death and myocardial infarction among elderly Medicare beneficiaries. *Circulation* 2010 ; 121 : 63-70.

Heran BS, Chen JM, Ebrahim S, *et al.* Exercise-based cardiac rehabilitation for coronary heart disease. *Cochrane Database Syst Rev* 2011 : CD001800.

Hung C, Daub B, Black B, *et al.* Exercise training improves overall physical fitness and quality of life in older women with coronary artery disease. *Chest* 2004 ; 126 : 1026-31.

Hwang CL, Wu YT, Chou CH. Effect of aerobic interval training on exercise capacity and metabolic risk factors in people with cardiometabolic disorders: a meta-analysis. *J Cardiopulm Rehabil Prev* 2011 ; 31 : 378-85.

Iliou MC, Pavy B, Martinez J, *et al.* Exercise training is safe after coronary stenting: a prospective multicentre study. *Eur J Prevent Cardiol* 2015 ; 22 : 27-34.

Ismail H, Mcfarlane J, Nojournian A, *et al.* Clinical outcomes and cardiovascular responses to different exercise training intensities in patients with heart failure. A systematic review and meta-analysis. *JACC Heart Fail* 2013 ; 1 : 514-22.

Jolliffe JA, Rees K, Taylor RS, *et al.* Exercise-based rehabilitation for coronary heart disease. *Cochrane Database Syst Rev* 2001 : CD001800.

Juneau M, Hayami D, Gayda M, *et al.* Provocative issues in heart disease prevention. *Can J Cardiol* 2014 ; 30 : S401-9.

- Juneau M, Roy N, Nigam A, *et al.* Exercise above the ischemic threshold and serum markers of myocardial injury. *Can J Cardiol* 2009 ; 25 : e338-41.
- Kaminsky LA, Jones J, Riggan K, *et al.* A pedometer-based physical activity intervention for patients entering a maintenance cardiac rehabilitation program: a pilot study. *Cardiovasc Diagn Ther* 2013 ; 3 : 73-9.
- Karjalainen JJ, Kiviniemi AM, Hautala AJ, *et al.* Effects of exercise prescription on daily physical activity and maximal exercise capacity in coronary artery disease patients with and without type 2 diabetes. *Clin Physiol Funct Imaging* 2012 ; 32 : 445-54.
- Karmali KN, Davies P, Taylor F, *et al.* Promoting patient uptake and adherence in cardiac rehabilitation. *Cochrane Database Syst Rev* 2014 : CD007131.
- Karvonen J, Vuorimaa T. Heart rate and exercise intensity during sports activities. Practical application. *Sports Med* 1988 ; 5 : 303-11.
- Kelemen MH, Stewart KJ, Gillilan RE, *et al.* Circuit weight training in cardiac patients. *J Am Coll Cardiol* 1986 ; 7 : 38-42.
- Keteyian SJ, Hibner BA, Bronsteen K, *et al.* Greater improvement in cardiorespiratory fitness using higher-intensity interval training in the standard cardiac rehabilitation setting. *J Cardiopulm Rehabil Prev* 2014 ; 34 : 98-105.
- Kotseva K, Wood D, De Backer G, *et al.* Use and effects of cardiac rehabilitation in patients with coronary heart disease : results from the EUROASPIRE III survey. *Eur J Prev Cardiol* 2013 ; 20 : 817-26.
- Koutroumpi M, Dimopoulos S, Psarra K, *et al.* Circulating endothelial and progenitor cells: Evidence from acute and long-term exercise effects. *World J Cardiol* 2012 ; 4 : 312-26.
- Labrunee M, Pathak A, Loscos M, *et al.* Therapeutic education in cardiovascular diseases: state of the art and perspectives. *Ann Phys Rehabil Med* 2012 ; 55 : 322-41.
- Lan C, Chen SY, Wong MK, *et al.* Tai chi chuan exercise for patients with cardiovascular disease. *Evid Based Complement Alternat Med* 2013 ; 2013 : 983208.
- Lian XQ, Zhao D, Zhu M, *et al.* The influence of regular walking at different times of day on blood lipids and inflammatory markers in sedentary patients with coronary artery disease. *Prev Med* 2014 ; 58 : 64-9.
- Loprinzi PD, Addoh O. The effects of free-living physical activity on mortality after coronary artery disease diagnosis. *Clin Cardiol* 2016 ; 39 : 165-9.
- Macinnis MJ, Gibala MJ. Physiological adaptations to interval training and the role of exercise intensity. *J Physiol* 2017 ; 595 : 2915-30.
- Madssen E, Moholdt T, Videm V, *et al.* Coronary atheroma regression and plaque characteristics assessed by grayscale and radiofrequency intravascular ultrasound after aerobic exercise. *Am J Cardiol* 2014 ; 114 : 1504-11.
- Marzolini S, Oh PI, Brooks D. Effect of combined aerobic and resistance training versus aerobic training alone in individuals with coronary artery disease: a meta-analysis. *Eur J Prev Cardiol* 2012 ; 19 : 81-94.

Marzolini S, Oh PI, Thomas SG, *et al.* Aerobic and resistance training in coronary disease: single versus multiple sets. *Med Sci Sports Exerc* 2008 ; 40 : 1557-64.

Mccartney N, Mckelvie RS, Haslam DR, *et al.* Usefulness of weightlifting training in improving strength and maximal power output in coronary artery disease. *Am J Cardiol* 1991 ; 67 : 939-45.

Moholdt T, Aamot IL, Granoien I, *et al.* Long-term follow-up after cardiac rehabilitation: a randomized study of usual care exercise training versus aerobic interval training after myocardial infarction. *Int J Cardiol* 2011 ; 152 : 388-90.

Moholdt TT, Amundsen BH, Rustad LA, *et al.* Aerobic interval training versus continuous moderate exercise after coronary artery bypass surgery: a randomized study of cardiovascular effects and quality of life. *Am Heart J* 2009 ; 158 : 1031-7.

Moy ML, Mentzer SJ, Reilly JJ. Ambulatory monitoring of cumulative free-living activity. *IEEE Eng Med Biol Mag* 2003 ; 22 : 89-95.

Munk PS, Breland UM, Aukrust P, *et al.* High intensity interval training reduces systemic inflammation in post-PCI patients. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2011 ; 18 : 850-7.

Munk PS, Butt N, Larsen AI. High-intensity interval exercise training improves heart rate variability in patients following percutaneous coronary intervention for angina pectoris. *Int J Cardiol* 2009a ; 145 : 312-4.

Munk PS, Staal EM, Butt N, *et al.* High-intensity interval training may reduce in-stent restenosis following percutaneous coronary intervention with stent implantation: a randomized controlled trial evaluating the relationship to endothelial function and inflammation. *Am Heart J* 2009b ; 158 : 734-41.

Myers J, Prakash M, Froelicher V, *et al.* Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. *N Engl J Med* 2002 ; 346 : 793-801.

Noel M, Jobin J, Marcoux A, *et al.* Can prolonged exercise-induced myocardial ischaemia be innocuous? *Eur Heart J* 2007 ; 28 : 1559-65.

O'connor GT, Buring JE, Yusuf S, *et al.* An overview of randomized trials of rehabilitation with exercise after myocardial infarction. *Circulation* 1989 ; 80 : 234-44.

Oldridge N. Exercise-based cardiac rehabilitation in patients with coronary heart disease: meta-analysis outcomes revisited. *Future Cardiol* 2012 ; 8 : 729-51.

Oldridge NB, Guyatt GH, Fischer ME, *et al.* Cardiac rehabilitation after myocardial infarction. Combined experience of randomized clinical trials. *JAMA* 1988 ; 260 : 945-50.

Oliveira JL, Galvao CM, Rocha SM. Resistance exercises for health promotion in coronary patients: evidence of benefits and risks. *Int J Evid Based Healthc* 2008 ; 6 : 431-9.

Oliveira NL, Ribeiro F, Alves AJ, *et al.* The effects of exercise training on arterial stiffness in coronary artery disease patients: a state-of-the-art review. *Clin Physiol Funct Imaging* 2014 ; 34 : 254-62.

- Ortega R, Garcia-Ortiz L, Torcal J, *et al.* Supervised exercise for acute coronary patients in primary care: a randomized clinical trial. *Family Practice* 2014 ; 31 : 20-9.
- Pack QR, Goel K, Lahr BD, *et al.* Participation in cardiac rehabilitation and survival after coronary artery bypass graft surgery: a community-based study. *Circulation* 2013 ; 128 : 590-7.
- Pattyn N, Coeckelberghs E, Buys R, *et al.* Aerobic interval training vs. moderate continuous training in coronary artery disease patients: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med* 2014 ; 44 : 687-700.
- Pavy B, Barbet R, Carre F, *et al.* Therapeutic education in coronary heart disease: position paper from the Working group of exercise rehabilitation and sport (GERS) and the Therapeutic education commission of the French society of cardiology. *Arch Cardiovascular Dis* 2013 ; 106 : 680-9.
- Pavy B, Darchis J, Merle E, *et al.* Cardiac rehabilitation after myocardial infarction in France: still not prescribed enough. *Ann Cardiol Angeiol* 2014 ; 63 : 369-75.
- Pavy B, Iliou MC, Meurin P, *et al.* Safety of exercise training for cardiac patients: results of the French registry of complications during cardiac rehabilitation. *Arch Intern Med* 2006 ; 166 : 2329-34.
- Pavy B, Iliou MC, Verges-Patois B, *et al.* French Society of cardiology guidelines for cardiac rehabilitation in adults. *Arch Cardiovascular Dis* 2012 ; 105 : 309-28.
- Perk J, De Backer G, Gohlke H, *et al.* European guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice (version 2012). The fifth joint task force of the European society of cardiology and other societies on cardiovascular disease prevention in clinical practice (constituted by representatives of nine societies and by invited experts). *Eur Heart J* 2012 ; 33 : 1635-701.
- Piepoli MF, Corra U, Dendale P, *et al.* Challenges in secondary prevention after acute myocardial infarction: A call for action. *Eur J Prevent Cardiol* 2016 ; 23 : 1994-2006.
- Pierson LM, Herbert WG, Norton HJ, *et al.* Effects of combined aerobic and resistance training versus aerobic training alone in cardiac rehabilitation. *J Cardiopulm Rehabil* 2001 ; 21 : 101-10.
- Pouche M, Ruidavets JB, Ferrieres J, *et al.* Cardiac rehabilitation and 5-year mortality after acute coronary syndromes: The 2005 French FAST-MI study. *Arch Cardiol Dis* 2016 ; 109 : 178-87.
- Reid RD, Morrin LI, Higginson LA, *et al.* Motivational counselling for physical activity in patients with coronary artery disease not participating in cardiac rehabilitation. *Eur J Prevent Cardiol* 2012 ; 19 : 161-6.
- Ribeiro F, Ribeiro IP, Alves AJ, *et al.* Effects of exercise training on endothelial progenitor cells in cardiovascular disease: a systematic review. *Am j Phys Med Rehabil* 2013 ; 92 : 1020-30.
- Ribeiro PA, Boidin M, Juneau M, *et al.* High-intensity interval training in patients with coronary heart disease: Prescription models and perspectives. *Ann Phys Rehabil Med* 2017 ; 60 : 50-7.

Roffi M, Patrono C, Collet JP, *et al.* 2015 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation: task force for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation of the European society of cardiology (ESC). *Eur Heart J* 2016 ; 37 : 267-315.

Rognmo O, Hetland E, Helgerud J, *et al.* High intensity aerobic interval exercise is superior to moderate intensity exercise for increasing aerobic capacity in patients with coronary artery disease. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2004 ; 11 : 216-22.

Rognmo O, Moholdt T, Bakken H, *et al.* Cardiovascular risk of high- versus moderate-intensity aerobic exercise in coronary heart disease patients. *Circulation* 2012 ; 126 : 1436-40.

Ross R, Blair SN, Arena R, *et al.* Importance of assessing cardiorespiratory fitness in clinical practice: a case for fitness as a clinical vital sign: a scientific statement from the American heart association. *Circulation* 2016 ; 134 : e653-99.

Sangster J, Furber S, Allman-Farinelli M, *et al.* A population-based lifestyle intervention to promote healthy weight and physical activity in people with cardiac disease: the PANACHE (physical activity, nutrition and cardiac health) study protocol. *BMC Cardiovascular Disord* 2010 ; 10 : 17.

Snoek JA, Cramer MJ, Backx FJ. Cardiac rehabilitation: how much pain for the optimal gain? *Neth Heart J* 2013 ; 21 : 135-7.

Sosner P, Bosquet L, Herpin D, *et al.* Net blood pressure reduction following 9 months of lifestyle and high-intensity interval training intervention in individuals with abdominal obesity. *J Clin Hypertens* 2016 ; 18 : 1128-34.

Stauber S, Schmid JP, Saner H, *et al.* Change in positive affect during outpatient cardiac rehabilitation predicts vital exhaustion in patients with coronary heart disease. *Behav Med* 2013 ; 39 : 122-8.

Stewart KJ, Mcfarland LD, Weinhofer JJ, *et al.* Safety and efficacy of weight training soon after acute myocardial infarction. *J Cardiopulm Rehabil* 1998 ; 18 : 37-44.

Stone JA, Arthur HM. Canadian guidelines for cardiac rehabilitation and cardiovascular disease prevention, 2004: executive summary. *Can J Cardiol* 2005 ; 21 (suppl D) : 3d-19d.

Swardfager W, Herrmann N, Cornish S, *et al.* Exercise intervention and inflammatory markers in coronary artery disease: a meta-analysis. *Am Heart J* 2012 ; 163 : 666-76 e1-3.

Swift DL, Lavie CJ, Johannsen NM, *et al.* Physical activity, cardiorespiratory fitness, and exercise training in primary and secondary coronary prevention. *Circ J* 2013 ; 77 : 281-92.

Tambalis K, Panagiotakos DB, Kavouras SA, *et al.* Responses of blood lipids to aerobic, resistance, and combined aerobic with resistance exercise training: a systematic review of current evidence. *Angiology* 2009 ; 60 : 614-32.

Taylor RS, Brown A, Ebrahim S, *et al.* Exercise-based rehabilitation for patients with coronary heart disease: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Am J Med* 2004 ; 116 : 682-92.

Tjonna AE, Lee SJ, Rognmo O, *et al.* Aerobic interval training versus continuous moderate exercise as a treatment for the metabolic syndrome: a pilot study. *Circulation* 2008 ; 118 : 346-54.

Touze JE, Savin B, Drivet G, *et al.* Benefits and indications of rehabilitation for coronary heart diseases. *Bull Acad Natl Med* 2014 ; 198 : 501-14 ; discussion 14-5.

Tschentscher M, Eichinger J, Egger A, *et al.* High-intensity interval training is not superior to other forms of endurance training during cardiac rehabilitation. *Eur J Prevent Cardiol* 2016 ; 23 : 14-20.

Turk-Adawi KI, Oldridge NB, Tarima SS, *et al.* Cardiac rehabilitation patient and organizational factors: what keeps patients in programs? *J Am Heart Assoc* 2013 ; 2 : e000418.

Vanhees L, De Sutter J, Gelada SN, *et al.* Importance of characteristics and modalities of physical activity and exercise in defining the benefits to cardiovascular health within the general population: recommendations from the EACPR (Part I). *Eur J Prevent Cardiol* 2012a ; 19 : 670-86.

Vanhees L, Geladas N, Hansen D, *et al.* Importance of characteristics and modalities of physical activity and exercise in the management of cardiovascular health in individuals with cardiovascular risk factors: recommendations from the EACPR. Part II. *Eur J Prevent Cardiol* 2012b ; 19 : 1005-33.

Vanhees L, Rauch B, Piepoli M, *et al.* Importance of characteristics and modalities of physical activity and exercise in the management of cardiovascular health in individuals with cardiovascular disease (Part III). *Eur J Prevent Cardiol* 2012c ; 19 : 1333-56.

Vona M, Rossi A, Capodaglio P, *et al.* Impact of physical training and detraining on endothelium-dependent vasodilation in patients with recent acute myocardial infarction. *Am Heart J* 2004 ; 147 : 1039-46.

Weston KS, Wisloff U, Coombes JS. High-intensity interval training in patients with lifestyle-induced cardiometabolic disease: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med* 2013 ; 48 : 1227-34.

Weston M, Taylor KL, Batterham AM, *et al.* Effects of low-volume high-intensity interval training (HIT) on fitness in adults: a meta-analysis of controlled and non-controlled trials. *Sports Med* 2014 ; 44 : 1005-17.

Williams MA, Haskell WL, Ades PA, *et al.* Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: 2007 update: a scientific statement from the American heart association council on clinical cardiology and council on nutrition, physical activity, and metabolism. *Circulation* 2007 ; 116 : 572-84.

Wisloff U, Ellingsen O, Kemi OJ. High-intensity interval training to maximize cardiac benefits of exercise training? *Exerc Sport Sci Rev* 2009 ; 37 : 139-46.

Wisloff U, Stoylen A, Loennechen JP, *et al.* Superior cardiovascular effect of aerobic interval training versus moderate continuous training in heart failure patients: a randomized study. *Circulation* 2007 ; 115 : 3086-94.

Yeh GY, Wang C, Wayne PM, *et al.* Tai chi exercise for patients with cardiovascular conditions and risk factors: a systematic review. *J Cardiopulm Rehabil Prevent* 2009 ; 29 : 152-60.

10

Insuffisance cardiaque chronique

L'insuffisance cardiaque chronique (ICC) est une pathologie fréquente et grave. Son incidence augmente du fait du vieillissement de la population, de l'augmentation des facteurs de risque cardiovasculaires et de l'amélioration des traitements des pathologies cardiaques, en particulier de la maladie coronaire. Son coût est estimé à environ 2 % du coût total de la santé dans les pays industrialisés. Sa mortalité à cinq ans reste estimée à 30-50 % (Ponikowski et coll., 2016).

La symptomatologie clinique du patient ICC est dominée par l'intolérance à l'effort sous la forme d'une dyspnée et d'une fatigabilité musculaire. D'ailleurs la classification de gravité la plus utilisée, la *New York Heart Association (NYHA) classification* avec ses stades de gravité croissants de I à IV repose sur le niveau d'essoufflement du patient. Pendant très longtemps, le premier conseil médical proposé au patient ICC était le repos pour préserver un cœur « fatigué ». Ce n'est que dans les 20 dernières années qu'a été proposée l'adjonction de l'activité physique aux traitements médicaux. Aujourd'hui, l'activité physique associée à des règles diététiques, est une thérapeutique non médicamenteuse validée et recommandée dans l'ICC (Ponikowski et coll., 2016). Cependant, les caractéristiques de sa pratique dans le but d'une efficacité optimale pour ces patients restent discutées. De même, son observance au long cours constitue le principal challenge à venir.

Les deux formes d'insuffisance cardiaque chronique

On distingue aujourd'hui deux formes d'ICC, l'ICC à fonction systolique altérée et l'ICC à fonction systolique préservée, chaque forme représentant environ 50 % des patients (Mosterd et Hoes, 2007). La première forme dont la physiopathologie est bien comprise et dont les étiologies sont variées (idiopathique, ischémique, valvulaire principalement) a bénéficié de nouvelles thérapeutiques médico-chirurgicales, pharmacologiques, stimulation cardiaque, défibrillateurs implantables et transplantation cardiaque qui ont permis d'améliorer son pronostic (Rogers et Bush, 2015).

La seconde forme d'ICC, à fonction systolique préservée, est de description plus récente et concerne surtout des patients âgés avec plusieurs comorbidités au premier rang desquels, l'hypertension artérielle, le diabète, l'obésité et la fibrillation atriale (Lam et coll., 2011). Sa physiopathologie dominée par une dysfonction diastolique ventriculaire gauche reste mal expliquée (Borlaug et coll., 2007 ; Irizarry-Pagan et coll., 2016). Sa symptomatologie est dominée par une intolérance à l'effort. Les traitements pharmacologiques actuels sont peu efficaces (Irizarry-Pagan, 2016). Vu son effet bénéfique reconnu sur les résistances vasculaires périphériques et sur le métabolisme énergétique musculaire squelettique, l'apport de l'activité physique dans l'ICC à fraction d'éjection préservée est de plus en plus étudié.

Dans cette revue les deux formes d'ICC seront traitées, à noter que l'ICC à fonction systolique préservée a été beaucoup moins étudiée.

Bénéfices de l'activité physique sur la mortalité des patients insuffisants cardiaques chroniques

Concernant l'évaluation d'une pratique d'activité physique codifiée et encadrée dans un centre de réhabilitation cardiovasculaire, la plupart des essais randomisés contrôlés (ERC ou en anglais RCT, *randomized controlled trial*) publiés dans ce domaine ont inclus un nombre peu élevé de patients, ce qui limite la portée de leurs résultats et souligne l'importance des méta-analyses malgré leurs limites statistiques classiques. Outre l'effet du réentraînement physique sur la mortalité des patients, ont été principalement analysés ses effets sur les hospitalisations et la qualité de vie des patients. Les patients étudiés présentaient essentiellement des ICC avec fraction d'éjection altérée cliniquement stables et de stade NYHA II-III, plus rarement de stade NYHA IV (Mc Kelvie, 2008).

Deux revues de la littérature ont été publiées en 2004. La première était une méta-analyse réalisée à partir de 9 ERC (801 patients dont 395 réentraînés). Sur un suivi de 705 ± 729 jours, la mortalité a été diminuée (*Hazard ratio* (HR) = 0,65 ; IC 95 % [0,46-0,92] $p = 0,015$) (Piepoli et coll., 2004). Cette analyse pourrait être critiquée car elle présente certaines limites comme l'inclusion d'études non encore publiées, et un faible nombre total de patients et de décès. La seconde revue a été réalisée à partir de 81 études (Smart et Marwick, 2004). Elle a retenu 30 ERC, 5 études contrôlées non randomisées et 9 randomisées croisées regroupant 2 387 patients réentraînés. L'analyse des études ne concernant que l'effet sur la mortalité a conclu à une tendance à la baisse de celle-ci chez les patients ICC réentraînés (*Odd Ratio* (OR) = 0,71 ; IC 95 % [0,37-1,02] $p = 0,06$).

Les principales études publiées depuis 2008 sur les effets du réentraînement physique sur la mortalité des patients ICC sont résumées dans le tableau 10.I. L'étude HF-Action occupe une place particulière parmi celles-ci (O'Connor et coll., 2009). Le *design* et le rationnel de cette étude prospective, multicentrique internationale, randomisée et contrôlée, ont été publiés en 2007 (Whellan et coll., 2007). Elle avait pour objectif primaire composite d'étudier les effets d'un réentraînement physique chez les patients ICC sur la mortalité et les hospitalisations toutes causes. Le réentraînement a été initié en centre de réhabilitation puis poursuivi à domicile. Les caractéristiques et les résultats principaux de l'étude sont détaillés dans le tableau 10.I. Des éléments complémentaires concernant cette étude financée par plusieurs subventions de *the National Heart, Lung and Blood Institute* méritent d'être précisés. Tous les patients inclus ont bénéficié d'un traitement particulièrement optimal. La réanalyse de l'objectif primaire après ajustement sur les principaux facteurs de risque de mortalité des patients ICC, pré-spécifiés avant la réalisation de l'étude, bien que non classique est statistiquement validée (Pocock et coll., 2002).

Ainsi les données concernant l'effet de l'activité physique encadrée réalisée en institution médicale montrent seulement une tendance bénéfique sur la mortalité des patients ICC.

Concernant le mode de vie des patients ICC, les impacts respectifs de l'inactivité physique et de la sédentarité dans cette population n'étaient pas connus jusqu'à l'étude ancillaire issue de l'étude HART (*Heart failure Adherence and Retention Trial*) (Doukky et coll., 2016). Cette étude a concerné 902 patients ICC symptomatiques à fraction d'éjection altérée ou préservée de classe NYHA II/III. Les auteurs ont comparé 171 patients inactifs (0 min d'exercice par semaine) à 342 patients actifs (≥ 1 min d'exercice par semaine) appariés. Le niveau de sédentarité était estimé par le temps journalier passé devant la télévision (< 2 ; 2 à 4 ; > 4 h/jour). Sur un suivi de 36 mois, l'inactivité physique était associée à un risque accru de mortalité quelle qu'en soit la cause (toutes causes) (objectif primaire de l'étude) (HR = 2,01 ; IC 95 % [1,47-3,00] $p < 0,001$) et de cause cardiaque (objectif secondaire) (HR = 2,01 ; IC 95 % [1,28-3,17] $p = 0,002$). Le risque d'hospitalisation (objectif secondaire) n'était pas modifié. Un effet bénéfique était observé pour une activité physique modeste (1-89 min/semaine). Le temps journalier de sédentarité (> 4 h *versus* < 2 h) était aussi associé au risque de mortalité toutes causes (HR = 1,65 ; IC 95 % [1,10-2,48] $p = 0,016$) et ce indépendamment du niveau d'activité physique pratiqué par ailleurs. Ces résultats renforcent la nécessité de préciser le niveau d'activité physique des patients ICC lors de leur suivi médical. En effet, une étude observationnelle a montré

Tableau 10.1 : Résultats des principales études ayant concerné les effets du réentraînement physique chez les patients ICC à fraction d'éjection altérée

Références	Population Type d'étude	Caractéristiques de l'activité physique	Caractéristiques de l'intervention	Évaluation Variable de confusion/ajustement	Principaux résultats Effet estimé moyen (IC 95 %) X2 ; p	Limites Remarques Conclusion
Chien et coll., 2008	Méta-analyse Patients ICC FE altérée 10 ERC (n = 648 ; 198 entraînés) NYHA II-III	Entraînement à domicile 6 sem-9 mois 40-70 % FC max ou 70 % pic $\dot{V}O_2$	Patients traités en accord avec recommandations de l'époque	Effets réentraînement sur TM6, pic $\dot{V}O_2$, qualité de vie (Minnesota),	Amélioration globale de la qualité de vie (DM -8,24 ; IC 95 % [-11,55-4,92] p < 0,00001] Effet sur le score total du questionnaire dépend de l'intensité de l'entraînement très haute intensité (DM -13,74, IC 95 % [-21,34 -6,14] p = 0,0004) et haute intensité (DM -8,56 ; IC 95 % [-12,77 à -4,35] p < 0,0001) mais pas de d'effet si intensité modérée Amélioration globale avec aérobic (DM -3,87 ; IC 95 % [-6,97 à -0,78] p = 0,01) et aérobic + renforcement musculaire (DM -9,82, IC 95 % [-15,71 à -3,92] p = 0,001). Pas d'effet avec renforcement musculaire seul	Amélioration globale de qualité de vie dépend du type de réentraînement suivi et de son intensité Entraînement aérobic et aérobic + renforcement musculaire à très haute ou haute intensité paraissent les plus efficaces sur ce paramètre
Hwang et Marwick, 2009	Méta-analyse Patients ICC FE altérée (FE moyenne 25 %, IC 95 % [22,5-27,6]) 19 ERC (n = 1 069, 85 % H, 535 entraînés) Cardiopathie ischémique 49 % 89 % NYHA II-III	Entraînement à domicile (n = 12 dont 3 après centre) ou comparaison domicile-centre (n = 7) Aérobic (15 ERC) Combinée (4 ERC) 6 sem-9 mois 40-70 % FC max ou 70 % pic $\dot{V}O_2$	Patients traités en accord avec recommandations de l'époque	Effets réentraînement sur durée exercice, pic $\dot{V}O_2$, et TM6	Amélioration pic $\dot{V}O_2$ (+ 2,71 ml/kg/min ; IC 95 % [0,67-4,74]) Amélioration distance au TM6 (+ 41 m ; IC 95 % [19-63]) Pas d'amélioration qualité de vie Pas d'augmentation réhospitalisation avec réentraînement (OR 0,75, IC 95 % [0,19-2,92])	Méta-analyse incluant des réentraînements aérobic par intervalle Bonne tolérance entraînement à domicile Amélioration capacité aérobic Pas d'amélioration de la qualité de vie Réentraînement à domicile à proposer si impossible en centre

Tableau 10.1 (suite) : Résultats des principales études ayant concerné les effets du réentraînement physique chez les patients ICC à fraction d'éjection altérée

Références	Population Type d'étude	Caractéristiques de l'activité physique	Caractéristiques de l'intervention	Évaluation Variable de confusion/ajustement	Principaux résultats Effet estimé moyen (IC 95 %) X2 ; p	Limites Remarques Conclusion
O'Connor et coll., 2009	Étude HF-Action prospective randomisée contrôlée, 82 centres US, Canada, France 2 331 patients ICC à FE altérée (1 172 contrôles) classes II-IV stables inclus entre 2003-2007 (NYHA 2-4, FE ≤ 35 %, âge médian 59 ans, 28 % femmes, 45 % avec DCI ou stimulateur 2 chambres, 51 % cardiopathie ischémique)	Aérobic pendant 6 semaines (3/semaine, 15 à 35 min, 60 à 70 % FC réserve). Puis entraînement domicile (matériel fourni) avec 18 premières sessions supervisées. Poursuite à domicile sans encadrement (5/semaine, 40 min, 60-70 % FC réserve. Suivi 30,1 mois (1-4 ans). Observance contrôlée	Tous patients avec traitement médical optimal et éducation. Contrôles avec conseils sur bienfaits de l'activité physique sans encadrement	Objectif primaire : composite pour mortalité et hospitalisations toutes causes Objectifs secondaires : mortalité toutes causes, mortalité et hospitalisation cardiovasculaires, mortalité et hospitalisation pour insuffisance cardiaque Des facteurs de risque de mortalité (durée test d'effort, FE, score de dépression de Beck, antécédent de tachyrythmie atriale) des patients ont été établis a priori avant de refaire analyse statistique sur objectif primaire	Bonne tolérance sans risque surajouté de l'entraînement Objectif primaire (HR 0,93 ; IC 95 % [0,84-1,02] p = 0,13). Réduction des événements à 3 ans de 4 % Après ajustement pour les 4 facteurs de risque pré-spécifiés et l'étiologie de l'ICC l'objectif primaire est réduit de 11 % (HR 0,89 ; IC 95 % [0,81-0,99] p = 0,03) Pas de différence pour la mortalité Pas de différence sur les objectifs secondaires même après ajustement sauf pour mortalité ou hospitalisation pour insuffisance cardiaque (HR 0,85 ; IC 95 % [0,74-0,99] p = 0,03)	Limites : patients plus jeunes que population ICC classique

Tableau 10.1 (suite) : Résultats des principales études ayant concerné les effets du réentraînement physique chez les patients ICC à fraction d'éjection altérée

Références	Population Type d'étude	Caractéristiques de l'activité physique	Caractéristiques de l'intervention	Évaluation Variable de confusion/ajustement	Principaux résultats Effet estimé moyen (IC 95 %) X2 ; p	Limites Remarques Conclusion
Davies et coll., 2010	Méta-analyse (revue Cochrane) Patients ICC à FE altérée (< 40 %) 19 ERC, 16 unicentriques n total = 3 647 (n = 20-2 331, 43-72 ans 43-100 % H, NYHA II-III)	Aérobic (n = 14) Combiné (n = 5) 2-7 séances/ semaine ; 15-120 min/séance ; 40 % FC maximale -85 % VO ₂ max Durée intervention 24 semaines-3 ans	Tous patients avec traitement médical optimal et éducation Contrôles pas de conseils sur conduite activité physique Durée intervention 24 sem-3 ans centre réadaptation seul (n = 12), 6 études centre puis domicile (n = 6), domicile seul (n = 1) Suivi < 12 mois (n = 13) Suivi > 12 mois (n = 4)	Étude effet activité physique sur mortalité, réhospitalisation toutes causes et pour ICC, qualité de vie (questionnaires validés)	Pas d'effet sur mortalité < 12 mois 1,03 (IC 95 % [0,70-1,53]) 0 % ; 0,95 > 12 mois 0,91 (IC 95 % [0,78-1,06]) 41 % ; 0,17 Baisse des réhospitalisations pour ICC < 12 mois 0,72 (IC 95 % [0,52-0,99]) 16 %, 0,31 Amélioration de la qualité de vie Différence moyenne (DM) -0,63 (IC 95 % [-0,8/-0,37]) 79 % , < 0,0001	Plusieurs études avec méthodologie médiocre Plusieurs études avec peu de patients et durée courte du suivi Une étude (HF-Action) apporte un poids prépondérant vu le nombre important de patients inclus Résultats applicables aux hommes ICC de d'âge moyen et de gravité modérée Manque de données sur le niveau d'activité physique avant intervention

Tableau 10.1 (suite) : Résultats des principales études ayant concerné les effets du réentraînement physique chez les patients ICC à fraction d'éjection altérée

Références	Population Type d'étude	Caractéristiques de l'activité physique	Caractéristiques de l'intervention	Évaluation Variable de confusion/ajustement	Principaux résultats Effet estimé moyen (IC 95 %) X2 ; p	Limites Remarques Conclusion
Pina et coll., 2014	Étude HF-Action limitée aux femmes (cf. O'Connor et coll., 2009). Comparaison groupes femmes (n = 661, 290 entraînées) et hommes (n = 1 670, 682)	Aérobic pendant 6 semaines (3/semaine, 15 à 35 min, 60 à 70 % FC réserve). Puis entraînement domicile (matériel fourni) avec 18 premières sessions supervisées. Poursuite à domicile sans encadrement (5/semaine, 40 min, 60-70 % FC réserve. Suivi 30,1 mois (1-4 ans) Observance contrôlée	Tous patients avec traitement médical optimal et éducation Contrôles avec conseils sur bienfaits de l'activité physique sans encadrement	Comparaison du réentraînement femmes et hommes Objectif primaire : composite mortalité et hospitalisations toutes causes. Des facteurs de risque de mortalité (durée test d'effort, FE, score de dépression de Beck, antécédent de tachyrythmie atriale) des patients ont été établis a priori avant de refaire analyse statistique sur objectif primaire Objectifs secondaires : mortalité toutes causes, mortalité-hospitalisa- tion cardiovasculaires, mortalité-hospitalisa- tion insuffisance cardiaque	Amélioration pic $\dot{V}O_2$ à 3 mois femmes/hommes (+ 0,88 ± 2,2/0,77 ± 2,7 ml/min/kg p = 0,42) Même effet bénéfique vs contrôles Adhérence au réentraînement (90 min/semaine) hommes (45 %) > femmes (37 %) Objectif primaire après ajustement pour les facteurs de risque pré-spécifiés et l'étiologie de l'ICC, réduction plus marquée (p = 0,027) chez femmes (HR : 0,74 ; IC 95 % [0,59-0,92] que hommes (0,99 ; IC 95 % [0,86-1,13]). Autres objectifs : pas de différence inter sexe	Patients ICC à fraction d'éjection altérée avec réentraînement, baisse de 26 % de mortalité et hospitalisations toutes causes chez les femmes, sans effet chez les hommes. Résultat observé seulement après ajustement sur cause de ICC et facteurs de pronostic pré-spécifiés

Tableau 10.1 (suite) : Résultats des principales études ayant concerné les effets du réentraînement physique chez les patients ICC à fraction d'éjection altérée

Références	Population Type d'étude	Caractéristiques de l'activité physique	Caractéristiques de l'intervention	Évaluation Variable de confusion/ajustement	Principaux résultats Effet estimé moyen (IC 95 %) X2 ; p	Limites Remarques Conclusion
Taylor et coll., 2014	Update (14 études de plus) de la revue Cochrane de 2010 Patients ICC FC altérée (29 études) et préservée (4 études) 33 ERC (n = 4 740 > 18 ans, 51-81 ans, médiane 87 % H), suivi ≥ 6 mois Patients ICC (surtout NYHA II-III) 30 études monocentriques, 26 études < 100 patients 1 étude HF- Action (n = 2 331)	Aérobic (n = 3) Combiné (n = 11) 1-7 séances/semaine ; 15-120 min/séance ; 40-80 % FC maximale 50-85 % VO ₂ max Borg 12-18 15-120 semaines Éducation et psychologie associées (n = 12)	Groupe contrôle traitement optimal avec ou sans conseils hygiène de vie 5 études réentraînement domicile Autres centres réadaptation ± domicile Suivi 6-12 mois 22 études Suivi > 12 mois 11 études	Risque global de biais modéré Objectifs primaires Étude effets de réentraînement physique sur mortalité, morbidité, hospitalisations et qualité de vie des patients ICC Objectifs secondaires Qualité de vie Coût-efficacité	Mortalité à 12 mois (22 études) pas de baisse (RR 0,93 ; IC 95 % [0,69-1,27] p = 0,59 ; I2 = 0 % ; Chi ² = 12,37 ; p = 0,26) Mortalité > 12 mois (6 études), tendance à baisse (RR 0,88 ; IC 95 % [0,75 -1,02] p = 0,07 ; I2 = 34 % ; Chi ² = 7,54 ; p = 0,18) Pas de précision sur causes décès. Baisse hospitalisations toutes causes et ICC à 12 mois (15 études, RR 0,75 ; IC 95 % [0,62-0,92] p = 0,005 ; I2 = 0 % ; Chi ² = 11,71 ; p = 0,55) dues à ICC (12 études, RR 0,61 ; IC 95 % [0,46-0,80] p = 0,002 ; I2 = 34 % ; Chi ² = 16,70 ; p = 0,12) Pas différence > 12 mois (5 études, RR 0,92 ; IC 95 % [0,66 -1,29] p = 0,63 ; I2 = 63 % ; Chi ² = 10,90 ; p = 0,03 ; <i>random effect analysis</i>) Qualité de vie (19 études dont 13 (n = 1 270) avec questionnaire <i>Minnesota Living with Heart Failure questionnaire</i> (DM -5,8 points ; IC 95 % [-9,2 -2,4] p = 0,0007, I2 = 70 % ; Chi ² = 40,24, p < 0,0001, <i>random-effects analysis</i>). Mais hétérogénéité importante Coût-efficacité : à partir de seulement 2 études potentiel bénéfique en années de vie sauvées et de QALYs	Confirmation de la revue Cochrane de 2010. Réentraînement n'aggrave pas la mortalité. Tendance à une baisse de mortalité à long terme (> 12 mois). Baisse des réhospitalisations < 12 mois. Amélioration qualité de vie des patients ICC NYHA II et III surtout. Effet indépendant de âge et sexe. Trop peu d'études sur ICC à FE préservée. Confirmation nécessaire pour effets du réentraînement à domicile seul. Globalement études sur peu de patients et une seule large étude apporte le plus grand nombre de patients.

Tableau 10.I (suite) : Résultats des principales études ayant concerné les effets du réentraînement physique chez les patients ICC à fraction d'éjection altérée

Références	Population Type d'étude	Caractéristiques de l'activité physique	Caractéristiques de l'intervention	Évaluation Variable de confusion/ajustement	Principaux résultats Effet estimé moyen (IC 95 %) X2 ; p	Limites Remarques Conclusion
Lewinter et coll., 2015	Patients ICC FE altérée ou préservée Revue selon modèle Cochrane 46 ERC entre 1999 et 2013 avec suivi au moins 6 mois Exclusion études < 1999 car modification majeure des traitements ICC Variabilité importante des échantillons moyens selon critères étudiés, mortalité (n = 1 359), hospitalisations (1 563), capacité aérobie (n = 107) Âge moyen 60-62 ans Femmes 27 à 30 % NYHA II-III (95-98 %)	Combiné plus fréquent qu'aérobie 3 fois par semaine au minimum	Patients traités en accord avec recommandations de l'époque	Primaires : Mortalité toutes causes (n = 26), hospitalisations (n = 12), capacité aérobie (n = 21) Secondaire : causes pour éventuelle hétérogénéité dans résultats objectifs primaires	Mortalité non diminuée mais tendance (RR 0,88 ; IC 95 % [0,77-1,02] p = 0,08) Baisse hospitalisations (RR 0,65 ; IC 95 % [0,50-0,84] p = 0,001) Augmentation capacité aérobie au moins sur 6 mois SMD 0,98 (IC 95 % [0,59-1,37] p < 0,001) Hétérogénéité modérée pour mortalité et hospitalisation et élevée pour capacité aérobie selon protocoles utilisés	Effet bénéfique sur la capacité aérobie prolongé à 6 mois montré pour la première fois Effet bénéfique sur hospitalisations paraît prometteur La non significativité sur la mortalité semble liée en partie à à l'échantillon insuffisant de patients inclus et au nombre de décès relativement faible sur le délai de suivi Hétérogénéité des études et protocoles : limite importante

Tableau 10.1 (fin) : Résultats des principales études ayant concerné les effets du réentraînement physique chez les patients ICC à fraction d'éjection altérée

Références	Population Type d'étude	Caractéristiques de l'activité physique	Caractéristiques de l'intervention	Évaluation Variable de confusion/ajustement	Principaux résultats Effet estimé moyen (IC 95 %) X2 ; p	Limites Remarques Conclusion
Zwisler et coll., 2016	Méta-analyse Patients ICC FE altérée et préservée 19 ERC (n = 1 295 dont 28 ICC à ICC FE préservée, 44,5-70 ans, 81 % hommes) NYHA II-III Suivi médian 3 mois (2-12 mois)	Comparaison réentraînement à domicile avec : – pas réentraînement (995 patients) – réentraînement en centre (295 patients) – entraînement aérobie (n = 14) associé à renforcement musculaire dynamique (n = 5) 2-5 séances/semaine de 10-60 minutes, 40-80 % FC maximale (2-12 mois) Séances en centre supervisées et suivi régulier à domicile (n = 11)	Patients traités en accord avec recommandations de l'époque	Effets réentraînement sur mortalité, morbidité, capacité aérobie, adhérence au réentraînement et coût de l'intervention (19 études). Qualité de vie (questionnaire Minnesota) dans 7 études	Comparaison avec pas réentraînement, le réentraînement à domicile améliore capacité aérobie (DM 1,6 ml/kg/min, IC 95 % [0,8-2,4]) et qualité de vie (-3,2 ; IC 95 % [-7,5-1,0]), pas d'effet sur mortalité ni hospitalisations Pas de différence entre réentraînement à domicile ou en centre sur les critères étudiés à court terme	Réentraînement à domicile bénéfique par rapport à pas de réentraînement sur capacité aérobie et qualité de vie, pas sur mortalité ni hospitalisations Effets sur ces paramètres similaires à ceux observés avec réentraînement en centre sans risque supplémentaire Noter que dans plusieurs d'études une supervision des patients à domicile était réalisée. Biais possible
Ostman et coll., 2016	Méta-analyse Patients ICC FE préservée 25 ERC (2 385 patients, 1 223 réentraînés)	Entraînement aérobie, combiné, renforcement musculaire de différentes intensités 4 études très haute intensité, 10 haute, 9 modérée et 2 non précisée	Patients traités en accord avec recommandations de l'époque	Effets réentraînement, son intensité et son type sur la qualité de vie (MLHFQ)	Amélioration pic VO ₂ (+ 2,71 ml/kg/min, IC 95 % [0,67-4,74]) Amélioration distance au TM6 (+ 41 m IC 95 % [19-63]) Pas d'améliorations qualité de vie Pas d'augmentation réhospitalisation avec réentraînement (OR 0,75 ; IC 95 % [0,19-2,92])	Amélioration capacité aérobie dépend du type de réentraînement et de son intensité Entraînement aérobie et combiné à très haute ou haute intensité paraissent les plus efficaces sur ce paramètre

Noter que dans certaines études un petit nombre de patients ICC à fraction d'éjection préservée ont été inclus. DM = différence moyenne ; FE = fraction d'éjection du ventricule gauche ; MLHFQ = Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire ; SMD = Standardised Mean Difference ; TM6 = test de marche 6 minutes.

que seuls 25 % des patients ICC âgés (≥ 65 ans) sédentaires sont survivants après 30 mois de maladie contre 75 % de ceux qui sont actifs ($p < 0,001$) (Oerkild et coll., 2011).

Ainsi, une activité physique régulière et une diminution du temps passé assis paraissent diminuer la mortalité des patients ICC sans diminuer le nombre d'hospitalisations. Des études complémentaires sur de grandes populations et recueillant des données plus objectives que celles de questionnaires déclaratifs sont nécessaires pour confirmer ces résultats.

Niveau de sédentarité et d'activité physique des patients insuffisants cardiaques chroniques

Dans la population générale, une méta-analyse récente de grande ampleur (12 études, 282 889 participants suivis sur 7-30 ans) a observé une relation inverse, dans les deux sexes, entre les niveaux de pratique d'une activité physique régulière (risque relatif, RR, 0,72 ; IC 95 % [0,67-0,79]) et de capacité aérobie (RR 0,79 ; IC 95 % [0,75-0,83]) et le risque de développer une ICC (Echoufo-Tcheugi et coll., 2015). Il est ainsi prouvé que l'inactivité physique et la sédentarité dans la population générale « saine » augmentent le risque de développer une ICC (Nayor et Vasan, 2015).

Dans l'ICC, les symptômes sont dominés par l'essoufflement et la fatigue musculaire à l'effort (Downing et Balady, 2011). Sans surprise, le niveau de sédentarité des patients ICC est plus élevé que celui d'une population générale appariée (Jehn et coll., 2009).

Cependant, très peu d'études ont précisé le niveau journalier d'activité physique des patients ICC. Dans une étude (Klompstra et coll., 2015), 154 patients ICC (27 % femmes ; 64 % d'ICC classes I/II et 36 % III/IV) ont répondu à un questionnaire d'activité physique (version courte du questionnaire Ipaq validé jusqu'à 69 ans alors que l'âge moyen des patients était de 70 ± 10 ans). Seuls 23 % ont rapporté une activité physique classée intense ($\geq 3 000$ METs/semaine), 30 % une activité physique modérée (600-3 000 METs/semaine) et 34 % une activité physique faible (< 600 METs/semaine). Il n'a pas été noté de différence entre les hommes et les femmes. Sachant que l'activité physique régulière est médicalement recommandée chez ces patients, ces chiffres paraissent faibles. L'adhésion aux conseils de pratique d'activité physique des patients ICC est faible (< 50 %) et moins bonne que pour les conseils diététiques et médicamenteux (Evangelista et coll., 2001 ; Van der Wal et coll., 2010). Plusieurs facteurs liés à la pathologie peuvent expliquer cette observation. Outre le rôle des

symptômes dominants de l'ICC, confirmé par la relation étroite entre le niveau de gravité de l'ICC et l'activité physique journalière (Jehn et coll., 2009), une fragilité marquée chez ces patients, souvent âgés et dépressifs jouerait aussi un rôle majeur (Alosco et coll., 2012 ; Afilalo et coll., 2014).

En résumé, chez les patients ICC les niveaux de sédentarité et d'inactivité physique qui sont positivement corrélés à la gravité de la pathologie, restent très élevés.

Risques de l'activité physique et tests d'aptitude physique utilisables chez les insuffisants cardiaques chroniques

Deux tests d'exploration à l'effort font partie des examens de base du patient ICC, l'épreuve d'effort avec analyse des échanges gazeux (CPX test) et le test de marche de 6 minutes (TM6) (Pavy et coll., 2012). Réalisés dans les conditions de sécurité recommandées et encadrées par un personnel médical et paramédical expérimenté, le niveau de sécurité de ces tests est excellent (Thomas et coll., 2007 ; Pavy et coll., 2012).

Le CPX test permet de déterminer le pic de $\dot{V}O_2$ max (ml/min/Kg d' O_2 ou en METs) qui est actuellement le meilleur marqueur pronostic des patients ICC (Cahalin et coll., 2013 ; Keteyian et coll., 2016). Les trois facteurs pronostiques principaux du CPX test (OR diagnostic $\geq 4,1$) retenus par une méta-analyse ont été le pic de $\dot{V}O_2$ (n = 7 319 patients), la pente V_e/VCO_2 ⁹¹ (n = 5 044 patients) et les oscillations ventilatoires (n = 1 617 patients) (Cahalin et coll., 2013).

Le CPX test précise aussi les implications ventilatoires, hémodynamiques centrales et périphériques ainsi que musculaires squelettiques dans la symptomatologie du patient ICC. Il permet donc d'individualiser le programme de réentraînement et de ré-évaluer son intensité en fonction des progrès des patients. Ce test est recommandé (grade I, preuve A) dans le bilan de base du patient ICC (Pavy et coll., 2012 ; Arena et coll., 2014 ; Myers et coll., 2015a).

Chez les patients ICC, le TM6 est un test d'intensité quasi-maximale (Kervio et coll., 2004), il doit donc être réalisé et surveillé dans une structure médicalisée. La distance parcourue par le patient en 6 minutes est mieux corrélée au pic de $\dot{V}O_2$ qu'à la classification NYHA (Olsson et coll., 2005 ; Rasekaba et coll., 2009).

Concernant le réentraînement des patients ICC en institution spécialisée, bien que les études unicentriques analysées n'avaient pas pour objectif d'analyser spécifiquement sa sécurité, aucun décès n'a été rapporté au cours de plus de 60 000 heures d'exercice dans une revue de 2004 (Smart et Marwick, 2004). L'étude multi-centrique HF-Action a ciblé la sécurité du réentraînement des patients ICC à fraction d'éjection altérée cliniquement stables. Lors des séances de réentraînement, 3 % des patients ont présenté un événement pendant ou dans les 3 heures qui ont suivi l'exercice, incidence similaire aux 2 % d'événements rapportés dans le groupe contrôle (O'Connor et coll., 2009).

À partir de l'étude HF-Action, ont été analysés les facteurs de risque de mortalité et de réhospitalisation d'un réentraînement chez les patients ICC (Whellan et coll., 2011). L'objectif primaire était la mortalité et la réhospitalisation toutes causes et les objectifs secondaires étaient la mortalité toutes causes, la mortalité ou la réhospitalisation cardiovasculaire et la mortalité cardiovasculaire ou réhospitalisation pour ICC. Une modélisation du risque a été réalisée à partir des données individuelles des 1 755 patients (46-71 ans, 661 femmes, 51 % NYHA II et 49 % NYHA III/IV répartis en ICC ischémique et non ischémique, suivi moyen de 31,6 mois). L'efficacité et la sécurité du réentraînement étaient les mêmes quelles que soient la gravité des patients et l'étiologie de leur ICC. Seule une interaction significative a été observée entre l'étiologie ischémique et la mortalité toutes causes (objectif secondaire) dans le groupe réentraîné. Ainsi, d'après ces données il apparaît que ni la gravité des symptômes (NYHA II, III, IV), ni l'étiologie de l'ICC ne contre-indique la mise en place d'un réentraînement adapté.

De nombreux patients ICC sont porteurs d'un défibrillateur cardiaque implantable. La sécurité du réentraînement chez ces patients a été étudiée dans un sous-groupe de la population d'HF-Action (n = 1 053 dont 546 réentraînés, âge moyen 61 ans, fraction d'éjection moyenne 26 %, suivi 2 ans). Au terme du suivi, 20 % des patients réentraînés (n = 108) et 22 % des contrôles (n = 113) ont bénéficié d'un choc cardiaque approprié sans différence pour la mortalité ni les réhospitalisations (Piccini et coll., 2013). D'autres études ont aussi montré qu'un réentraînement de type aérobie fractionné (Isaksen et coll., 2015) pouvait être réalisé en sécurité de même qu'un réentraînement chez les patients porteurs de stimulateurs cardiaques (Illiou et coll., 2016). Le port d'un stimulateur ou d'un défibrillateur cardiaque implanté n'est donc pas une contre-indication au réentraînement physique chez un patient ICC cliniquement stable (Pavy et coll., 2012 ; Illiou et coll., 2016).

La sécurité de la pratique du renforcement musculaire dynamique adapté à chaque patient ICC, surtout à fraction d'éjection altérée et encadré au moins

en début de pratique est prouvée (Volaklis et coll., 2005 ; Braith et coll., 2008). Concernant la sécurité de ces réentraînements chez les patients ICC à fraction d'éjection préservée, nous disposons de moins d'études, reposant toujours sur de faibles échantillons (tableau 10.I), et même si aucune alerte n'a été rapportée, des études complémentaires méritent d'être réalisées. Enfin, la sécurité d'autres techniques de réadaptation physique a été prouvée chez le patient ICC, parmi celles-ci, la gymnastique terrienne ou aquatique, le travail inspiratoire, et l'électrostimulation musculaire pour les patients les plus déconditionnés (Sbruzzi et coll., 2010).

Au total, chez le patient ICC à fraction d'éjection altérée, la sécurité des différentes méthodes de réentraînement physique utilisées (aérobie continue ou fractionnée, renforcement musculaire dynamique, gymnastique, respiratoire, électrostimulation musculaire périphérique), réalisées dans une structure de réhabilitation cardiovasculaire est bien validée. Les conditions de leur pratique dans cette population font partie des recommandations officielles nationales et internationales (Corra et coll., 2005 ; Smith et coll., 2006 ; Balady et coll., 2007 ; Piepoli et coll., 2010 ; Pavy et coll., 2012 ; Mezzani et coll., 2013).

La faisabilité, la sécurité et l'intérêt de la pratique du réentraînement à domicile par le patient ICC sont aussi validés (Chien et coll., 2008 ; Hwang et Marwick, 2009 ; Taylor et coll., 2014).

Bénéfices des différents types et modalités d'activité physique chez les insuffisants cardiaques chroniques

Ce sont les effets de l'activité physique chez les patients ICC à fraction d'éjection altérée qui ont été les plus étudiés. Sauf précision, les résultats détaillés ci-dessous concernent cette population.

Bénéfices généraux du réentraînement physique chez les patients insuffisants cardiaques chroniques

Une synthèse de 6 études Cochrane de haute qualité méthodologique a réuni 148 ERC pour un total de 97 486 patients (coronariens et ICC). Comparé au traitement médical recommandé seul, les résultats montrent que l'adjonction d'un réentraînement diminue les hospitalisations et améliore la qualité de vie des patients ICC à risque faible et modéré (Anderson et Taylor, 2014). Après un suivi de 12 mois, une certaine réduction de la mortalité des patients ICC était observée. Par comparaison, les interventions psychologiques ou

éducatives améliorent la qualité de vie mais n'ont pas eu d'impact sur la morbidité ni la mortalité. Malheureusement, les interventions proposées pour améliorer l'adhésion à la réhabilitation physique se sont montrées peu efficaces.

Les résultats des 9 principales études (méta-analyses et étude HF action) qui ont analysé les effets bénéfiques du réentraînement chez les patients ICC à fraction d'éjection altérée sont résumées dans le tableau 10.I (Chien et coll., 2008 ; Hwang et Marwick, 2009 ; O'Connor et coll., 2009 ; Davies et coll., 2010 ; Pina et coll., 2014 ; Taylor et coll., 2014 ; Lewinter et coll., 2015 ; Zwisler et coll., 2015 ; Ostman et coll., 2016). Les résultats seront discutés ci-dessous en fonction des différents effets analysés (condition physique, qualité de vie) et des différents types de réentraînement.

Effets du réentraînement à l'exercice sur la condition physique des patients insuffisants cardiaques chroniques

La capacité aérobie individuelle est fortement prédictive de la mortalité de cause cardiovasculaire comme de toutes causes dans la population générale comme chez les patients cardiaques (Myers et coll., 2002 ; Kokkinos et coll., 2010). Chez le patient ICC, la capacité fonctionnelle cardio-respiratoire est un facteur pronostique majeur. L'utilisation de ce paramètre est le plus souvent limitée à l'indication ou non d'une transplantation. Il faut insister sur le fait que même pour les patients avec un pic de $\dot{V}O_2$ max > 14 ml/min/kg, seuil classique de discussion d'une transplantation, le niveau de capacité aérobie individuelle a une valeur pronostique (Ross et coll., 2016). Dans l'étude HF-Action, les patients réentraînés qui étaient capables de pratiquer 4 ou 6 MET-h/semaine d'activité physique, ont eu une baisse de 18 et 26 % de leur risque de mortalité ou d'hospitalisation toutes causes, respectivement, et ceci indépendamment du sexe, âge, race et fraction d'éjection (Keteyian et coll., 2012).

Si une amélioration du pic de $\dot{V}O_2$ est observée chez les patients ICC après un réentraînement en institution spécialisée dans toutes les études, le niveau d'amélioration observé varie beaucoup (voir tableau 10.I). Ainsi une première méta-analyse sur 81 études randomisées et non randomisées rapporte une variation de gain de 0 à 27 % (Smart et Marwick, 2004). Cette variabilité de résultats a été confirmée par une autre méta-analyse récente qui a concerné des patients coronariens et insuffisants cardiaques (Uddin et coll., 2016). Elle a concerné 55 ERC, européens et nord-américains, avec 61 comparaisons dont 35 pour les patients ICC (n = 5 158). L'entraînement aérobie comprenait 3-4 séances par semaine, de 35 à 47 minutes à une

intensité entre 50 et 85 % du pic de $\dot{V}O_2$ max ou de la fréquence cardiaque maximale individuel. Le gain moyen de $\dot{V}O_2$ max chez les patients ICC (22 études) était de 2,82 ml/min/kg (IC 95 % [1,97-3,67] ml/min/kg) sans différence avec le bénéfice observé chez les coronariens (3,43 ; IC 95 % [2,31-4,54] ml/min/kg). Les autres méta-analyses et revues publiées depuis 2008 (Chien et coll., 2008 ; Hwang et Marwick., 2009 ; van der Meer et coll., 2012 ; Ismail et coll., 2013 ; Gielen et coll., 2015) rapportent une amélioration du même ordre.

Les caractéristiques (type, fréquence, durée, intensité) des protocoles de réentraînement aérobie utilisés qui varient beaucoup, expliquent pour une grande part, leur efficacité plus ou moins marquée. Dans ce cadre, deux études soulignent le rôle majeur de l'intensité de l'exercice sur l'amélioration de la capacité aérobie alors que la fréquence, la durée et le type d'exercice semblent avoir moins d'effet (Ostman et coll., 2016 ; Uddin et coll., 2016). Une revue a montré que tout incrément de 10 % du pic de $\dot{V}O_2$ ou de la fréquence cardiaque maximale semble associé à une augmentation du pic de $\dot{V}O_2$ de 1 ml/min/kg (Uddin et coll., 2016). Dans une autre revue de la littérature (1966-2012), qui a inclus 47 ERC, regroupant 54 interventions, soit 4 383 patients ICC dont 2 285 réentraînés (Ismail et coll., 2014), le réentraînement était classé comme intense (n = 3), vigoureux (n = 29), modéré (n = 20) et faible (n = 2). Le pic de $\dot{V}O_2$ a le plus augmenté avec l'entraînement intense, 23 % en moyenne par rapport aux contrôles non entraînés, contre 8 %, 13 % et 7 % respectivement pour les réentraînements vigoureux, modéré et faible. Curieusement, les auteurs insistent sur la valeur de la dépense énergétique hebdomadaire qui, lorsqu'elle est supérieure à 460 kcal/semaine, serait la plus efficace avec une augmentation du pic de $\dot{V}O_2$ de 2,6 ml/min/kg (IC 95 % [1,88-3,28] p < 0,00001). Or la dépense énergétique hebdomadaire représente une quantité et non une intensité. Cette dépense énergétique hebdomadaire dépend de l'intensité et de la quantité (durée et fréquence) d'activité physique réalisée. Les résultats d'une méta-analyse par régression à partir de la littérature très récente, vont dans le même sens (Vromen et coll., 2016). Elle a classé par ordre hiérarchique les facteurs les plus influents des protocoles de réentraînement pour améliorer la condition physique des patients ICC. Il apparaît que la dépense énergétique totale du programme de réentraînement a le rôle principal, suivie de la fréquence des sessions, de la durée des sessions puis de l'intensité des sessions.

Il est cependant possible qu'existe une limite supérieure à la quantité d'activité physique bénéfique pour les patients ICC. En effet, une étude a observé chez les 959 patients ICC de l'étude HF-Action, réentraînés sans complication à 3 mois, un aspect de courbe en J pour la relation entre la quantité

d'activité physique hebdomadaire pratiquée et les événements survenus pendant les 28,2 mois de suivi des patients ICC (Keteyian et coll., 2012). Ainsi les niveaux de pratique les plus efficaces correspondaient à 3-6 MET-heures par semaine avec une baisse de 30 % du risque d'événement. Par contre, pour une activité physique \geq à 7 MET-heures par semaine chez le patient ICC, le risque de survenue d'événements cardiovasculaires délétères réaugmentait. Cette possibilité de pratique d'activité physique trop importante et potentiellement délétère chez les patients ICC mérite d'être confirmée par d'autres études.

Le maintien du niveau de capacité aérobie après le stage en service de réhabilitation cardiovasculaire est une autre question importante. Dans l'étude HF-Action (O'Connor et coll., 2009), le réentraînement était encore bénéfique à 3 mois sur le pic de $\dot{V}O_2$ ($\dot{V}O_2$, 0,6 *versus* 0,2 mL/min/kg pour le groupe non réentraîné $p < 0,001$) et sur l'amélioration de distance parcourue lors du TM6 (médiane, 20 *versus* 5 mètres $p < 0,001$). Après 1 an, cette amélioration ne persistait que pour le pic de $\dot{V}O_2$. Cependant, l'augmentation du pic de $\dot{V}O_2$ rapporté, bien que significative, n'est que de 4 % et inférieure aux 10 % classiquement observés et attendus (Downing et Balady, 2011). Plusieurs facteurs peuvent expliquer ces résultats. D'une part, une baisse de l'adhésion à l'activité physique régulière a été notée dans le groupe entraîné avec seulement 30 % des patients qui ont atteint leur objectif sur toute la durée de l'intervention (Lavie et coll., 2015). À l'inverse, dans le groupe contrôle, les patients ont spontanément pratiqué une activité physique significative bien que toujours moindre que celle des réentraînés, la différence s'accroissant avec le temps (à 1 an, marche 75 min pour les contrôles *versus* 140 min/semaine pour les réentraînés). Enfin, tous les patients n'ont pas réalisé le CPX test à 3 et/ou 12 mois, ce qui est aussi une limite importante. Ces observations doivent rester à l'esprit lorsque l'on propose une pratique d'activité physique au long cours aux patients ICC.

Outre l'amélioration brute du pic de $\dot{V}O_2$ rapportée dans les études, l'amélioration individuelle de ce paramètre paraît avoir une valeur pronostique importante. Ainsi la réponse à un réentraînement encadré de courte durée, objectivée par une amélioration du pic de $\dot{V}O_2$ d'au moins 6 % apparaît comme un paramètre pronostique favorable dans une étude qui a concerné 155 patients ICC réentraînés en centre de réadaptation cardiaque à raison de 3-5 fois par semaine pendant 3 semaines et suivis 16 mois (Tabet et coll., 2008). Cette observation a été confirmée dans une autre étude ancillaire de l'étude HF-Action : elle a montré que chaque augmentation de 6 % du pic de $\dot{V}O_2$ après 3 mois était associée à une baisse majorée de 5 % des risques de mortalité et d'hospitalisation toutes causes (Swank et coll., 2012). Une

étude prospective monocentrique a été menée dans un service de réhabilitation cardiovasculaire incluant progressivement 285 patients ICC (55 ± 11 ans, 79 % hommes et 93 % en rythme sinusal, fraction d'éjection 29 ± 8 %) réentraînés (hospitalisation de jour, 4 à 10 semaines, 3-5 séances/semaine, renforcement dynamique musculaire et aérobie continu au seuil ventilatoire, 30 minutes avec adaptation de la charge aux progrès réalisés) (Tabet et coll., 2013). Globalement, le pic de $\dot{V}O_2$ a augmenté de 14,2 % ($+ 2,4 \pm 0,3$ ml/kg/min, $p < 0,0001$). Sur un suivi de 12 mois, 35 événements cardiaques graves ont été recensés. Les valeurs de pic de $\dot{V}O_2$ obtenus après réentraînement avaient une meilleure valeur pronostique de ces événements que celles observées avant réentraînement (surfaces sous la courbe ROC $0,79 \pm 0,03$ versus $0,64 \pm 0,04$ respectivement pour le pic de $\dot{V}O_2$ après et avant le réentraînement, $p < 0,0001$). Ainsi, vu l'impact du déconditionnement périphérique sur la valeur du pic de $\dot{V}O_2$, un réentraînement suivi d'une évaluation à l'effort mérite d'être proposé à tout patient ICC stable capable de le supporter.

Effets du réentraînement à l'exercice sur la qualité de la vie des patients insuffisants cardiaques chroniques

Les symptômes de l'ICC altèrent nettement la qualité de vie des patients et de leur entourage (Lestman-Leegte et coll., 2009 ; Luttik et coll., 2009). Les patients ICC ont une baisse majeure de leur capacité fonctionnelle avec une altération de leur endurance mais aussi de leur force musculaire qui les limite dans leurs activités journalières et retentit fortement sur leur qualité de vie (Arena et coll., 2014). De plus, cette altération de la qualité de vie aggrave le pronostic des patients (Mommersteeg et coll., 2009). Les traitements actuels, pharmacologiques ou non pharmacologiques, prothèses implantables de type défibrillateurs implantables ou stimulateurs cardiaques avec resynchronisation ou assistance ventriculaire externe, améliorent peu cette qualité de vie qui paraît plus importante aux patients que leur longévité (Kraai et coll., 2013). Dans cette étude, 100 patients ICC (70 ± 9 ans ; 71 % hommes) ont été interrogés sur leur préférence pour une meilleure qualité de vie ou une longévité prolongée : 61 % des patients attachaient plus d'importance à leur qualité de vie qu'à leur longévité et respectivement, 9 et 14 % étaient prêts à échanger 6 et 12 mois d'espérance de vie contre une meilleure qualité de vie. Ces données soulignent l'importance de la qualité de vie pour les patients ICC.

Alors qu'une méta-analyse publiée en 2006 avait conclu à l'amélioration de la qualité de vie des patients réentraînés en centre de réadaptation (van Tol

et coll., 2006), ce résultat n'avait pas été confirmé par une autre méta-analyse de 2008 (voir tableau 10.I) qui ne concernait que des patients ICC à fraction d'éjection altérée réentraînés à domicile, malgré une amélioration de la capacité aérobie (Chien et coll., 2008). Une revue avec méta-analyse de type Cochrane (tableau 10.I) confirme un bénéfice sur la qualité de vie des patients réentraînés en institution spécialisée surtout aux stades NYHA II et III (Taylor et coll., 2014). L'effet bénéfique du réentraînement sur la qualité de vie paraît plus marqué avec un entraînement de type aérobie seul ou combiné avec du renforcement musculaire à très haute ou haute intensité (voir tableau 10.I) (Ostman et coll., 2016).

L'effet du réentraînement sur l'état de santé général des patients a été spécifiquement étudié dans la population incluse dans l'étude HF-Action (Flynn et coll., 2009). Les patients ont répondu à un questionnaire (*Kansas City Cardiomyopathy Questionnaire*, KCCQ) à l'inclusion, chaque trimestre au cours de la première année, puis tous les ans pendant 4 ans (suivi moyen 2,5 ans). Dans le groupe entraîné, une amélioration modeste mais significative du KCCQ (moyenne = 5,2 ; IC 95 % [4,4-6,0] $p < 0,001$) a été notée dès 3 mois avec persistance lors du suivi.

Ainsi toutes les études mettent en évidence un effet bénéfique du réentraînement sur la qualité de vie liée à la santé des patients ICC.

Effets du réentraînement physique sur les marqueurs biologiques

Différents paramètres sanguins ioniques (natrémie), hormonaux (catécholamines), biomarqueurs plus ou moins spécifiques (peptides natriurétiques, BNP et NT-pro-BNP) sont utilisés en routine pour le diagnostic et le suivi des patients ICC. Une revue systématique a analysé les effets du réentraînement physique sur les concentrations sanguines de BNP et NT-pro-BNP (Smart et coll., 2010). Son objectif primaire était de préciser les modifications de ces biomarqueurs et ses objectifs secondaires étaient les modifications de la capacité fonctionnelle, de la dépense énergétique des patients ICC en relation avec l'intervention de réentraînement. Neuf ERC ont été retenus. Une baisse du BNP (différence moyenne (DM) -79 pg/ml, IC 95 % [-141 à -17] pg/ml ; $p = 0,01$) et du NT-pro-BNP (DM -621 pg/ml, IC 95 % [-844 à -398] pg/ml ; $p < 0,0000$) a été observée. Dans les études qui ont mis en évidence une baisse du taux de NT-pro-BNP, le niveau de dépense énergétique hebdomadaire était supérieur à 400 Kcal.

Une autre méta-analyse réalisée par la même équipe, qui a inclus 10 ERC (565 patients dont 313 réentraînés) confirme les baisses de BNP (-28,3 % ;

$p < 0,0001$), et de NT-pro-BNP (-37,4 % ; $p = < 0,0001$) après réentraînement chez les patients ICC (Smart et coll., 2012). Le pic de $\dot{V}O_2$ des patients était augmenté (17,8 % ; $p < 0,0001$) avec de plus une modeste corrélation entre les baisses des biomarqueurs et l'amélioration du pic de $\dot{V}O_2$ (BNP $r = -0,31$; $p < 0,0001$; NT-pro-BNP $r = -0,22$; $p < 0,0001$).

Une autre méta-analyse s'est intéressée aux effets du réentraînement aérobie continu sur deux marqueurs pronostiques, le taux de NT-pro-BNP et la pente Ve/VCO_2 , chez des patients ICC (Cipriano et coll., 2014). Elle a inclus 9 ERC de bonne qualité méthodologique et avec au moins 2 mois de suivi des patients ($n = 408$ patients ICC avec fraction systolique altérée et NT-pro-BNP basal > 300 pg/ml). Une analyse des effets du réentraînement aérobie sur le taux de NT-pro-BNP (5 ERC, $n = 191$, 49-69 ans, 85 % hommes) et sur la pente Ve/VCO_2 (4 études $n = 217$, 38-60 ans, 86 % hommes) a été réalisée. L'entraînement était de type aérobie continu (marche, vélo), 3-5 fois par semaine, d'une durée de 20-50 minutes par session à 60-80 % du pic de $\dot{V}O_2$. Une amélioration du taux de NT-pro-BNP (DM pondérée -817,75 ; IC 95 % [-929,31 à -706,19]) et de la pente de la relation Ve/VCO_2 (DM pondérée -6,55 ; IC 95 % [-7,24 à -5,87]) a été observée. Cependant, les études analysées sont hétérogènes, peu nombreuses, ont concerné peu de sujets et ont utilisé des critères spécifiques d'inclusion.

Les effets du réentraînement sur des biomarqueurs et des marqueurs de l'inflammation ont aussi été étudiés à partir de la population de l'étude HF-Action (Ahmad et coll., 2014). L'étude a concerné 928 patients avec un réentraînement de type aérobie continu de 3 mois. Une baisse du NT-pro-BNP corrélée à l'élévation du pic de $\dot{V}O_2$ est observée. Cette baisse du NT-pro-BNP est associée à une baisse des événements cardiovasculaires lors du suivi, des hospitalisations et de la mortalité cardiovasculaire et de toutes causes ($p \leq 0,04$). En revanche, il n'a pas été observé de baisse significative de la troponine, ni de la CRP haute sensibilité. Une autre revue qui a inclus 11 études (Smart et Steele, 2014), s'est intéressée aux marqueurs de l'inflammation : elle a conclu à une baisse des marqueurs d'inflammation, en particulier du TNF α dans les études avec l'entraînement le plus volumineux (≥ 5 séances par semaine). Seule une étude a noté une baisse de l'interleukine 6.

Au total, le réentraînement physique en aérobie améliore les taux du BNP et du NT-pro-BNP chez les patients ICC et cette amélioration est corrélée à l'élévation du pic de $\dot{V}O_2$ et à la baisse des événements cardiovasculaires. Ses effets sur les marqueurs d'inflammation paraissent plus discutés.

Effets des différents types de réentraînement à l'exercice chez les patients insuffisants cardiaques chroniques

Plusieurs types d'activité physique de base, aérobie, renforcement musculaire, gymnastique sont proposés dans les protocoles actuels de réentraînement physique du patient ICC.

Le socle actuel du réentraînement physique repose sur l'entraînement aérobie. Schématiquement, deux formes d'entraînement aérobie, continu et fractionné, sont proposées. L'entraînement continu se pratique essentiellement au niveau du seuil ventilatoire individuel objectivé par des cibles de fréquence cardiaque, de puissance ou de sensation (type échelle de Borg) régulièrement réactualisées en fonction de la progression des capacités (voir tableau 10.I). La durée des séances varie selon les protocoles et les capacités individuelles des patients. L'entraînement fractionné est basé sur l'alternance de périodes de travail intense (intensité au-dessus du seuil ventilatoire) et de récupération active (au niveau ou en dessous du seuil ventilatoire). L'intensité, la durée et le nombre des périodes travail/récupération varient selon les protocoles. La sécurité de pratique chez les patients ICC des deux types de réentraînement, continu et fractionné, est validée (Gayda et coll., 2016) mais l'importance respective des bénéfices observés selon les protocoles de réentraînement est débattue (Gayda et coll., 2016 ; Ulbrich et coll., 2016 ; Fleg, 2016).

Entraînement aérobie continu versus fractionné

Une méta-analyse a comparé chez des patients ICC à fraction d'éjection altérée ($n = 446$) les effets d'un réentraînement aérobie fractionné seul ($n = 212$), aérobie fractionné associé à du renforcement musculaire dynamique ($n = 59$), aérobie continu ($n = 66$) et non entraînés ($n = 109$) (Smart et coll., 2013a). La comparaison ayant tenu compte du niveau de dépense énergétique des protocoles réalisés, le pic de $\dot{V}O_2$ était plus augmenté après un entraînement fractionné (Différence moyenne (DM) pondérée = 1,04 ml/kg/min ; IC 95 % [0,42-1,66] $p = 0,0009$) qu'après un entraînement aérobie continu, mais moins qu'après un réentraînement fractionné associé à un renforcement musculaire dynamique (DM pondérée = 1,10 ml/kg/min, IC 95 % [-1,83-0,37] $p = 0,003$). Aucune différence sur la pente V_e/VCO_2 n'a été observée. Ainsi, pour le même niveau de dépense énergétique, un entraînement associant aérobie fractionné et renforcement musculaire dynamique paraît le plus efficace sur le pic de $\dot{V}O_2$. Mais il n'y a pas d'effet sur la pente V_e/VCO_2 .

Les effets d'un réentraînement aérobie continu et de type fractionné sur le pic de $\dot{V}O_2$ et la fraction d'éjection ventriculaire gauche de patients ICC

avec fraction d'éjection altérée cliniquement stables ont été comparés dans une méta-analyse qui a inclus 7 ERC (82 % hommes, âge moyen 61 ans, fraction d'éjection moyenne 32 %) comparant les 2 types de réentraînements. Cinq des ERC ont aussi étudié la fraction d'éjection échographique au repos des patients. À court terme, le réentraînement fractionné est apparu plus efficace sur le pic de $\dot{V}O_2$ (DM pondérée = 2,14 ml/kg/min, IC 95 % [0,66-3,63]). Aucune différence n'a été observée sur la fraction d'éjection du ventricule gauche (Haykowsky et coll., 2013).

Une méta-analyse a comparé les effets de différents types de réentraînement sur les facteurs pronostiques (pic de $\dot{V}O_2$ et pente V_e/VCO_2 lors du test CPX), le remodelage ventriculaire gauche avec mesures des diamètres systolique et diastolique et de sa fraction d'éjection, et la qualité de vie de patients ICC (Cornelis et coll., 2016). Vingt ERC (n = 811 patients) ont été sélectionnées. Les études ont été réparties entre 4 groupes pour comparer les effets des réentraînements selon leur type, aérobic fractionné seul *versus* aérobic fractionné + renforcement musculaire dynamique (n = 156 patients), aérobic continu seul *versus* aérobic continu + renforcement musculaire dynamique (n = 130 patients), aérobic fractionné *versus* aérobic continu (n = 501 patients) et aérobic continu *versus* renforcement musculaire dynamique (n = 24 patients). Aucun des protocoles de réentraînement utilisés n'a eu d'effet bénéfique plus marqué sur les marqueurs de condition physique ni sur les marqueurs pronostiques de l'épreuve d'effort. L'importance de l'amélioration de la qualité de vie ne dépend pas non plus du protocole suivi. Seul le remodelage ventriculaire gauche serait plus important après un entraînement de type fractionné.

D'autres effets bénéfiques du réentraînement fractionné ont été rapportés chez les patients ICC, comme une amélioration des fonctions mitochondriales et endothéliales musculaires périphériques (Wisloff et coll., 2007) et un renforcement des effets des hormones anabolisantes qui participent à l'augmentation de la masse musculaire (Caminiti et coll., 2014). Les résultats de ces études peu nombreuses sur de faibles échantillons doivent cependant être confirmés par d'autres travaux.

Une étude randomisée contrôlée récente a montré que les patients ICC porteurs d'un défibrillateur cardiaque (26 *versus* 12 contrôles) toléraient bien un réentraînement fractionné qui a amélioré leur pic de $\dot{V}O_2$ après 3 mois d'entraînement (Isaksen et coll., 2015).

Enfin, une étude a montré le caractère sécurisé d'un réentraînement fractionné de 12 semaines réalisé à domicile par des patients ICC (20 réentraînés et 20 contrôles) (Safiyari-Hafizi et coll., 2016). Les caractéristiques de

l'entraînement étaient très individualisées, avec des intensités pour les périodes actives de 80 %-85 % du pic $\dot{V}O_2$ et de récupération de 40 %-50 % du pic $\dot{V}O_2$, la durée et le nombre de répétitions de même que le nombre de sessions hebdomadaires étaient fixés pour chaque participant. Un réentraînement de renforcement musculaire était associé. Les patients portaient un cardiofréquencemètre pendant l'entraînement et étaient contactés téléphoniquement (3 fois par semaine le premier mois, puis 2 et 1 fois respectivement les 2^e et 3^e mois). Au total, 15 contrôles et 14 réentraînés ont finalisé l'intervention sans événement indésirable notable. Une amélioration de la capacité aérobie du niveau du seuil ventilatoire et de la qualité de vie a été observée dans le groupe réentraîné.

En résumé, les études qui ont comparé les effets des entraînements aérobie continus et fractionnés chez des patients ICC ont montré que les deux modes étaient aussi bien tolérés par les patients. Dans la plupart des études, l'entraînement fractionné paraît plus efficace sur le pic de $\dot{V}O_2$ à court terme que l'entraînement continu. Cependant, les caractéristiques de l'entraînement fractionné optimal chez ces patients ICC (intensité et durée des phases d'effort et de récupération) restent à préciser de même que les bénéfices sur certains paramètres comme sur le remodelage ventriculaire et sur la fonction endothéliale. La persistance à long terme du bénéfice de l'entraînement fractionné sur le pic de $\dot{V}O_2$ dans la population des patients ICC mérite aussi d'être étudiée.

Renforcement musculaire

Les patients ICC présentent une altération marquée de leurs capacités musculaires (force et endurance) avec fonte musculaire. Un réentraînement musculaire dynamique qui stimule fortement les muscles squelettiques périphériques sans contrainte cardiovasculaire majeure associée paraît donc justifié chez ces patients. Deux méta-analyses ont récemment été publiées. La première a étudié ses effets sur la force musculaire maximale (une répétition maximale – 1-RM – et *Peak Torque*), le pic de $\dot{V}O_2$ et la qualité de vie (Giuliano et coll., 2016). L'analyse a concerné 10 ERC incluant 240 participants (48-76 ans) avec fraction d'éjection du ventricule gauche altérée (18-37 %). Le réentraînement a duré de 8 à 24 semaines avec une intensité allant jusqu'à 80 % d'1-RM. Après réentraînement, la force musculaire a augmenté à vitesse lente (score de modification standardisé de 1-RM = 0,60, IC 95 % [0,43-0,77]) mais pas à vitesse rapide (60/s-1 et 180/s-1). Le pic de $\dot{V}O_2$ a augmenté (2,71 ml/kg/min, IC 95 % [1,96-3,45]) et la qualité de vie a été améliorée (-5,71 ; -9,85 ; -1,56). Ces résultats sont confirmés par une autre revue de la littérature avec méta-analyse qui a concerné les bénéfices

potentiels d'un réentraînement comprenant du renforcement musculaire isolé ou associé à un protocole aérobie (Jewiss et coll., 2016). L'analyse a retenu 27 ERC avec 2 321 patients (1 172 réentraînés avec renforcement musculaire et 1 149 contrôles non réentraînés ou entraînés avec aérobie seule). Le pic de $\dot{V}O_2$ était amélioré par le réentraînement musculaire isolé (DM + 1,43 ml/kg/min IC 95 % [0,63-2,23] p = 0,0004) ou combiné (DM + 3,99 ml/kg/min ; IC 95 % [1,47-6,51] p = 0,002) par rapport aux contrôles. La distance au TM6 était aussi améliorée par le réentraînement musculaire isolé DM + 41,77 m, IC 95 % [21,90-61,64] p < 0,0001) ou combiné (DM + 13,49 m ; IC 95 % [1,13-25,84] p = 0,03). La qualité de vie n'était améliorée qu'avec l'entraînement combiné (DM -8,31 ; IC 95 % [-14,3-2,33] p = 0,006). Il n'a pas été observé de différence entre les groupes sur la mortalité, les réhospitalisations, la pression artérielle de repos ni sur la fraction d'éjection du ventricule gauche.

Ainsi, le renforcement musculaire dynamique est bien toléré par les patients ICC sans risque d'aggravation notable. Il peut être isolé ou associé à un entraînement aérobie et semble améliorer les capacités cardiorespiratoires et musculaires et la qualité de vie. Les auteurs soulignent cependant le relativement faible nombre de patients ICC sévères et/ou âgés inclus dans ces études. Ces populations de patients mériteraient aussi d'être étudiées.

Pour les patients ICC très déconditionnés incapables de suivre un réentraînement classique, un réentraînement des muscles inspiratoires ou des muscles squelettiques par électrostimulation a été proposé. Deux méta-analyses récentes ont évalué les effets respectifs de ces deux techniques. La première méta-analyse a concerné le réentraînement des muscles inspiratoires en comparaison avec des patients ICC contrôles non réentraînés (Smart et coll., 2013b). L'effet sur le pic $\dot{V}O_2$, le TM6, la qualité de vie (*Minnesota questionnaire*), la pression inspiratoire maximale et la pente V_e/VCO_2 lors du CPX test a été évalué. Onze ERC ont été retenus (287 patients dont 148 réentraînés). Après réentraînement des muscles inspiratoires, la capacité aérobie a été améliorée avec un pic de $\dot{V}O_2$ (DM + 1,83 ml/min/kg, IC 95 % [1,33-2,32] ; p < 0,00001) et une distance au TM6 (DM + 34,4 m, IC 95 % [22,5-46,2], p < 0,00001) augmentés. Une augmentation de la pression inspiratoire maximale (DM + 20,01, IC 95 % [13,96-26,06] p < 0,00001) est notée ainsi qu'une amélioration de la pente V_e/VCO_2 (DM -2,28 ; IC 95 % [-3,25-1,30] p < 0,00001) et de la qualité de vie (-12,25, 95 % IC [-17,08-7,43] p < 0,00001). Ainsi d'après cette méta-analyse l'entraînement des muscles inspiratoires améliore modérément mais significativement la capacité aérobie et la qualité de vie. Chez les patients ICC très déconditionnés il peut être proposé comme premier mode de réentraînement et servir

de transition avec le réentraînement classique (Smart et coll., 2013b). La seconde méta-analyse a évalué les effets de l'électrostimulation des muscles squelettiques sur la capacité aérobie et la qualité de vie chez des patients ICC. Des ERC entre électrostimulation et placebo ou réentraînements classiques ont été inclus. Comparé au placebo, l'électrostimulation améliore le pic de $\dot{V}O_2$ (DM + 2,30 ml/kg/min ; IC 95 % [1,98-2,62] ml/kg/min, $p < 0,00001$), la distance parcourue au TM6 (DM + 46,9 m IC 95 % [22,5-71,3], $p = 0,0002$) et la qualité de vie (DM -1,15 ; IC 95 % [0,69-1,61], $p < 0,00001$). La quantité individuelle d'électrostimulation est fortement corrélée ($r = 0,80$; $p = 0,02$) à l'amélioration du pic de $\dot{V}O_2$. Cependant, l'amélioration du pic de $\dot{V}O_2$ est inférieure à celle de l'entraînement aérobie sur bicyclette (DM -0,32 ml/kg/min, IC 95 % [-0,63 à -0,02] ml/kg/min, $p = 0,04$) alors que l'effet sur la qualité de vie n'apparaît pas différent. Chez les patients les plus déconditionnés un programme d'électrostimulation des muscles squelettiques d'intensité suffisante peut donc être proposé comme une étape préliminaire à un réentraînement classique (Smart et coll., 2013c).

Pour l'amélioration du pic de $\dot{V}O_2$, tous les modes d'exercice apparaissent bénéfiques. Mais les bénéfices les plus marqués sont observés avec dans l'ordre, l'entraînement fractionné, l'entraînement aérobie d'intensité modérée, l'électrostimulation, le réentraînement musculaire inspiratoire, l'association aérobie-renforcement musculaire et enfin le renforcement musculaire isolé (Smart, 2013d).

Réentraînement hors protocole supervisé

Les effets d'un réentraînement hors protocole supervisé en institution ont aussi été étudiés (Chien et coll., 2008 ; Hwang et Marwick, 2009). Une revue systématique avec méta-analyse (van der Meer et coll., 2012) a inclus 22 ERC (3 826 patients avec fraction d'éjection ventriculaire gauche ≤ 40 %, âge moyen 60,1 ans (52-71 ans) ; 1 942 réentraînés). Ces études ont comparé chez les patients ICC, les effets d'un réentraînement hors-institution spécialisée avec un traitement optimal sans réentraînement. Tous les réentraînements étaient de type aérobie (exercices variés) et 9 études y ont associé un protocole de renforcement musculaire. L'intensité était individuellement fixée de manière variable dans 21 études (1 étude : non précisé), la fréquence était comprise entre 2 et 7 séances par semaine d'une durée de 10 à 60 minutes par séance. Le réentraînement s'est fait à la maison dans 3 études, en groupe dans une, dans une salle hospitalière dans 8. Les facteurs analysés étaient la capacité (TM6) et la performance (CPX test) physiques, la qualité de vie et la sécurité de l'intervention. Le pic de $\dot{V}O_2$ (8 études) était amélioré de 1,85 ml/min/kg (IC 95 % [0,75-2,94]) dans le

groupe réentraîné mais avec une hétérogénéité marquée (89 %). Une amélioration de la puissance maximale sur vélo (7 études) de 14,0 watts (IC 95 % [9,0-19,0]), de la durée d'exercice de 2,1 minutes (IC 95 % [1,1-3,1]) et de la distance au TM6 de 47,9 m (IC 95 % [20,2-74,9]) était retrouvée après l'intervention (hétérogénéité 82 %). La qualité de vie a été évaluée par le *Minnesota living with Heart Failure Questionnaire* (MLHFQ) dans 9 études et une amélioration dans le groupe réentraîné a été observée (DM -6,9 points IC 95 % [-10,9 à -2,9] hétérogénéité 57 %). Enfin, une revue avec méta-analyse type Cochrane a comparé les effets des réentraînements menés au sein des institutions spécialisées et à domicile (Taylor et coll., 2015). Les paramètres comparés étaient la mortalité, la morbidité, la qualité de vie liée à la santé, et la modification des facteurs de risque cardiovasculaires chez des patients cardiaques. Dix-sept ERC ont été retenues, soit 2 172 patients coronariens ou ICC. Le risque potentiel de biais n'a pas pu être analysé dans plusieurs études. Aucune différence n'a été mise en évidence entre les deux modes de réentraînement pour les différents critères sélectionnés. En institution, l'effet bénéfique sur les marqueurs biologiques lipidiques et la pression artérielle diastolique de repos était un peu plus net. À domicile, les programmes de réentraînement ont été plus finalisés⁹² (RR = 0,04, IC 95 % [1,01-1,07] p = 0,009) avec une meilleure adhésion. Les coûts de santé n'ont pas été différents entre les deux modes de réhabilitation. Aucune des études n'a rapporté un risque accru d'incidents avec le réentraînement. Le choix du patient doit donc être pris en considération. Des études sont nécessaires pour confirmer ces résultats à long terme.

En résumé, la pratique d'une activité physique hors institution, voire à domicile peut être proposée aux patients ICC de manière sécurisée. C'est une alternative au réentraînement dans les centres de réadaptation aux capacités d'accueil limitées et pour le maintien d'une pratique régulière au long cours de l'activité physique.

Faisabilité et intérêts de pratiques physiques spécifiques chez les patients insuffisants cardiaques chroniques

Différentes pratiques d'activité physique ont été proposées chez les patients ICC. Sans vouloir être exhaustive, la courte revue proposée ici permet de souligner que la plupart des activités physiques d'intensité modérée et adaptée à la gravité de l'ICC peuvent être réalisées par ces patients. Ces informations sont importantes car elles ouvrent des perspectives de choix d'activités physiques.

Une étude s'est intéressée à la sécurité, l'efficacité, l'adhésion et l'acceptation d'un réentraînement par marche nordique hors institution et monitoré par téléphone dans un groupe de patients ICC incluant des patients avec défibrillateur implantable (Lejczak et coll., 2106). L'étude monocentrique prospective (n = 111 patients traités de manière optimale, classe NYHA II-III, fraction d'éjection ventriculaire gauche $\leq 40\%$) a comparé deux groupes de patients traités classiquement réentraînés (n = 77, 5 séances par semaine pendant 8 semaines avec surveillance téléphonique) et non réentraînés. L'objectif primaire était le suivi du pic de $\dot{V}O_2$ et les objectifs secondaires, la durée d'effort, le TM6, la qualité de vie, le SF-36, l'adhésion et l'adhérence à la marche nordique. Après 8 semaines de marche nordique, le pic de $\dot{V}O_2$ ($16,1 \pm 4,0$ versus $18,4 \pm 4,1$ ml/kg/min, p = 0,0001), la durée d'effort (471 ± 141 versus 577 ± 158 secondes, p = 0,0001), la distance parcourue au TM6 (428 ± 93 versus 480 ± 87 m, p = 0,0001) et la qualité de vie ($79,0 \pm 31,3$ versus $70,8 \pm 30,3$ score, p = 0,0001) étaient améliorés. La comparaison groupe entraîné versus groupe contrôle a donc montré un effet bénéfique de la marche nordique sur le pic de $\dot{V}O_2$, la durée d'effort et la distance au TM6. Il n'y a pas eu d'incident spécifique dans le groupe marche nordique. Tous les patients ont finalisé le programme de 8 semaines avec une bonne adhésion.

Le réentraînement basé sur des exercices d'aquagym dans une eau suffisamment chaude peut aussi être proposé aux patients ICC sans risque d'arythmie adrénérique. Ce mode de réentraînement est sûr et bénéfique pour la condition physique et la qualité de vie (Lazar et coll., 2013).

Une revue systématique avec méta-analyse a comparé les effets de la danse et d'un réentraînement classique sur la capacité aérobie et sur la qualité de vie de patients ICC. Seules 2 études (183 patients) ont rempli les critères d'inclusion (62 danseurs, 60 réentraînés et 61 contrôles). La pratique de la danse n'a pas occasionné d'incident. Les bénéfices observés sur la capacité aérobie et sur la qualité de vie dans le groupe danse étaient significatifs par rapport aux groupes contrôles et non différents à ceux induits par le réentraînement classique (Gomes-Neto et coll., 2014a).

La réhabilitation des patients ICC en Asie inclut des modes de réentraînement spécifiques comme le Tai Chi, le Yoga, le Qi gong (Sun, 2015). Lorsqu'elles sont proposées dans les centres de réadaptation occidentaux, ces pratiques sont le plus souvent associées aux modes de réentraînement classiques. Leurs effets bénéfiques spécifiques restent mal connus. Globalement, peu d'études de bonne qualité méthodologique sont actuellement disponibles.

L'inclusion de la pratique du Tai Chi, forme d'activité physique de faible intensité d'origine chinoise, a été proposée dans les programmes de réentraînement des patients ICC depuis le début des années 2000. Analyser l'apport objectif de cette pratique est rendu difficile par le faible échantillon de patients ICC inclus dans la plupart des études publiées. Une méta-analyse récente a étudié les effets de la pratique du Tai Chi sur la capacité aérobie et la qualité de vie des patients ICC avec fraction d'éjection du ventricule gauche $\leq 45\%$ (Pan et coll., 2013). Quatre ERC (n = 242 patients NYHA I à IV, âge moyen 68,6 ans, 66 femmes et 122 contrôles) publiées entre 2004 et 2011 (score moyen Jadad de 3 allant de 2 à 4) ont été retenues. La durée de l'entraînement au Tai Chi était de 12-16 semaines avec 2 à 3 sessions par semaine de 50 à 60 minutes. Une des études a ajouté le Tai Chi à un réentraînement classique (vélo et marche). La pratique du Tai Chi était associée à une amélioration de la qualité de vie (DM pondérée = -14,54 points ; IC 95 % [-23,45 à -5,63]). Aucune amélioration significative n'a été observée ni sur les critères de capacité aérobie (pic de $\dot{V}O_2$ distance au TM6), ni sur les chiffres de pression artérielle de repos, ni sur les concentrations de NT-pro-BNP. L'étude de 2004 qui avait inclus dans le groupe réentraîné plus de patients sévères (NYHA IV) que dans le groupe contrôle (13 % *versus* 0 %), a rapporté le plus d'effet bénéfique. Il serait donc possible que la pratique du Tai Chi soit plus bénéfique chez les patients ICC les plus sévères et donc les plus déconditionnés physiquement. Les auteurs concluent sur la nécessité d'études concernant des populations de patients ICC plus importantes pour préciser la place du Tai Chi dans le réentraînement des patients ICC.

Le yoga est une technique de relaxation et de méditation basée sur des postures, des exercices et des techniques de respiration. Des bénéfices ont été rapportés dans le traitement de l'anxiété, la dépression, le cancer du sein, la lombalgie chronique et l'hypertension (Gomes-Neto et coll., 2014b). Le yoga a été proposé pour les patients ICC. Relativement peu d'ERC ont été publiés. Une méta-analyse a retenu deux ERC anciens, réalisés par la même équipe (Pullen et coll., 2008 et 2010), qui concernaient 59 patients (30 yoga et 29 contrôles) ICC, surtout à fraction d'éjection altérée mais aussi préservée majoritairement masculins, âgés de 51 à 54 ans et de stade NYHA I, II et III. Une étude a concerné presque exclusivement (n = 38 sur 40) des patients afro-américains (Pullen et coll., 2010). Les patients ont réalisé 2 séances par semaine, de 60 à 70 minutes de hatha yoga pendant 8 à 10 semaines. Une amélioration plus nette du pic de $\dot{V}O_2$ (+ 22 %), de la qualité de vie (+ 9 points sur l'échelle du questionnaire *Minnesota* pour ICC) et du niveau des marqueurs d'inflammation a été observée chez les patients pratiquant le yoga par rapport au groupe contrôle. Une autre ERC plus récente a inclus des patients ICC relativement jeunes (44 yoga, 49,3 \pm 5,7 ans et

48 contrôles, $50,1 \pm 4,5$ ans) et peu sévères (NYHA I et II) (Hai-Krishna et coll., 2014). L'intervention qui a duré 3 mois, a compris 2 phases successives, la première de 2 semaines en centre spécialisé de formation aux mouvements de yoga adaptés individuellement et la seconde de 10 semaines à raison de 6 séances d'une heure par semaine, 3 supervisées et 3 à domicile en autonomie. Aucun événement indésirable n'a été rapporté. Elle a montré une baisse plus importante ($p < 0,01$) du NT-pro-BNP dans le groupe yoga (64 %) que dans le groupe contrôle (11 %). De plus, une amélioration des fonctions systoliques ventriculaires gauche (fraction d'éjection) et droite (Tei index) est notée dans les 2 groupes, mais elle est plus nette dans le groupe yoga ($p < 0,01$ pour les 2 paramètres). Curieusement, l'étude ne rapporte pas de résultat sur la fonction diastolique. Au total, la pratique du yoga pourrait apporter des bénéfices aux patients ICC. Le niveau de preuve est cependant faible comme pour la maladie coronaire et les pathologies arythmiques (Cramer et coll., 2015). Cette pratique peut être autorisée sans risque. Cependant, vu le très faible nombre d'études, il est justifié d'attendre de nouvelles données en particulier, comparant les effets du yoga au réentraînement classique avant de recommander cette pratique en première intention aux patients ICC.

Réentraînement à l'exercice dans des populations particulières d'insuffisants cardiaques chroniques

La faisabilité et les effets d'un réentraînement à l'exercice ont aussi été étudiés dans trois populations particulières de patients ICC : ICC à fraction d'éjection préservée ; transplantés cardiaques ; et patients sous assistance ventriculaire.

La majeure partie des études à notre disposition ciblant les effets de l'activité physique ont concerné des patients ICC à fraction d'éjection altérée. Vu les bénéfices induits par l'activité physique dans cette population, il paraissait justifié d'étudier ses effets dans l'ICC à fraction d'éjection préservée dont la physiopathologie est différente, et qui concerne des sujets plus âgés se plaignant essentiellement d'une intolérance à l'effort (Chan et coll., 2016). Cet intérêt potentiel est majoré par le fait que cette pathologie ne bénéficie pas encore de thérapeutique ayant fait la preuve d'une réelle efficacité.

Les résultats de 4 méta-analyses récentes (Pandey et coll., 2015 ; Dieberg et coll., 2015 ; Palau et coll., 2016 ; Chan et coll., 2016) sont présentés dans le tableau 10.II. Globalement, après réentraînement chez les patients ICC sans altération de la fraction d'éjection, l'ensemble des études montrent une amélioration de la capacité aérobie, en particulier du pic de $\dot{V}O_2$ (+ 2 à

3 ml/min/kg) avec augmentation de la fréquence cardiaque maximale (10-12 bpm en moyenne) et de la qualité de vie. Les résultats pour la pente \dot{V}_e/VCO_2 sont discordants selon les études, et enfin une seule méta-analyse (Chan et Coll., 2016) a montré une amélioration de la fonction diastolique et une baisse de la pression de remplissage ventriculaire gauche après réentraînement. Des études complémentaires concernant les effets de l'activité physique sur ces résultats discordants, en particulier sur la dysfonction diastolique des patients à fraction d'éjection préservée sont nécessaires. En effet, cette dysfonction diastolique semble avoir un rôle important sur la symptomatologie et en particulier sur l'intolérance à l'effort que rapportent ces patients.

Les effets d'un réentraînement aérobie sur le pic de $\dot{V}O_2$ et ses composantes centrales (débit cardiaque) et périphérique (différence artério-veineuse en oxygène) ont été analysés chez 40 patients ICC à fraction d'éjection préservée cliniquement stables (69 ± 6 ans, 22 réentraînés et 18 contrôles) (Haykowsky et coll., 2012). Le réentraînement de type aérobie continu a concerné les membres inférieurs (marche sur tapis et ergocycle) et supérieurs (ergomètre de pédalage avec les bras) sur la forme de 3 sessions par semaine de 1 heure (10 minutes de travail avec les bras par session) pendant 16 semaines. L'intensité a débuté à 40-50 % de la fréquence cardiaque de réserve pour atteindre 70 % pendant au moins 20 minutes du travail réalisé avec les jambes. Après 16 semaines, le pic de $\dot{V}O_2$ était plus élevé chez les réentraînés ($16,3 \pm 2,6$ versus $13,1 \pm 3,4$ ml/kg/min, $p = 0,002$). La fréquence cardiaque maximale atteinte était plus haute (139 ± 16 bpm versus 131 ± 20 bpm ; $p = 0,03$) après réentraînement. Aucune différence n'a été observée sur les paramètres télédiastoliques, volume d'éjection systolique et débit cardiaque ($6,6 \pm 1,3$ l/min versus $5,9 \pm 1,5$ l/min ; $p = 0,32$). La différence artério-veineuse estimée était significativement augmentée chez les réentraînés ($19,8 \pm 4,0$ ml O_2 /dl versus $17,3 \pm 3,7$ ml O_2 /dl ; $p = 0,03$). Le débit cardiaque intervenait seulement pour 16 % dans l'amélioration du pic de $\dot{V}O_2$ observée qui paraît donc lié principalement aux effets périphériques du réentraînement chez ces patients. Une étude complémentaire de la même équipe a exploré les effets de ce type de réentraînement ($n = 63$, 70 ± 7 ans, 32 entraînés) sur la fonction endothéliale de patients ICC (Kitzman et coll., 2013). La fonction endothéliale a été explorée par un test d'ischémie au niveau du bras. Les fonctions ventriculaires de repos et la distensibilité carotidienne ont aussi été analysées par échographie. Le pic de $\dot{V}O_2$ a été amélioré ($15,8 \pm 3,3$ versus $13,8 \pm 3,1$ ml/kg/min, $p = 0,0001$) de même que la qualité de vie des patients. En revanche, leurs fonctions vasculaires et ventriculaires n'ont pas été modifiées. Il semble donc que les bénéfices du réentraînement aérobie continu sur le pic de $\dot{V}O_2$ observé chez les patients ICC

Tableau 10.II : Résultats des principales études ayant concerné les effets du réentraînement physique chez les patients ICC à fraction d'éjection préservée

Références	Population Type d'étude	Caractéristiques de l'activité physique	Caractéristiques de l'intervention	Évaluation Variable de confusion/ajustement	Principaux résultats Effet estimé moyen (IC 95 %) X2 ; p	Limites Remarques Conclusion
Pandey et coll., 2015	Méta-analyse Patients ICC FE préservée 6 ERC (n = 276)	Aérobic (n = 5) Combiné (n = 1) Entraînement encadré (n = 4) Durée 12-24 semaines Intensité 60-75 % pic VO ₂ atteinte progressivement	5 études en centre de réadaptation Patients traités classiquement Groupe contrôle suivi régulier sans encouragement à activité physique	Effets réentraînement sur pic VO ₂ , qualité de vie et fonctions systoliques et diastoliques du ventricule gauche	Amélioration pic VO ₂ (+ 2,72 ml/min/kg IC 95 % [1,79-3,65]) Amélioration qualité de vie (DM -3,97 IC 95 % [-7,21 à -0,72]) Pas d'effet sur les fonctions systolique ni diastolique échographiques	Bonne tolérance réentraînement Amélioration capacité aérobic et qualité de vie Fonctions myocardiques non modifiées Petites populations dans études
Dieberg et coll., 2015	Méta-analyse Patients ICC FE préservée 7 ERC (n = 258 dont 114 contrôles) NYHA I-1V	Aérobic continu (n = 3) Aérobic fractionné (n = 3) dont 1 avec entraînement respiratoire (47 patients) Electrostimulation musculaire (n = 1) 2-5 séances/semaine Durée 6 à 26 semaines	Patients traités classiquement Groupe contrôle suivi régulier sans encouragement à l'activité physique	Effets réentraînement sur pic VO ₂ , qualité de vie (Minnesota), état de santé (SF-36) et fonction diastolique du ventricule gauche	Pas de risque particulier Amélioration pic VO ₂ (+ 2,12 ml/min/kg IC 95 % [1,54-2,71] p < 0,00001) Améliorations qualité de vie (DM -6,50 ; IC 95 % [-9,47-3,5] p < 0,0001) et état santé (+ 15,6 ; IC 95 % [7,4-23,8] p = 0,0002) Amélioration fonction diastolique sur 2 critères échographique	Méta-analyse incluant des réentraînements aérobic par intervalle Bonne tolérance entraînement Amélioration capacité aérobic qualité de vie, santé générale Fonction diastolique améliorée Petites populations dans études avec types entraînements très divers

Tableau 10.II (suite) : Résultats des principales études ayant concerné les effets du réentraînement physique chez les patients ICC à fraction d'éjection préservée

Références	Population Type d'étude	Caractéristiques de l'activité physique	Caractéristiques de l'intervention	Évaluation Variable de confusion/ajustement	Principaux résultats Effet estimé moyen (IC 95 %) X2 ; p	Limites Remarques Conclusion
Palau et coll., 2016	Patients ICC FE préservée Revue systématique (avril 2014 inclus) de 7 ERC prospectives comparant réentraînement vs non réentraînement 157 patients réentraînés et 122 contrôles, âge moyen 63-73 ans et % femmes 29-100 %	Aérobic continue (n = 4, 40-70 % FC réserve adaptée selon progrès) Aérobic fractionné modéré (n = 1) Aérobic continue + renforcement musculaire (n = 1) Réentraînement respiratoire (n = 1) Electrostimulation musculaire (n = 1)	Patients traités en accord avec recommandations de l'époque sans conseil sur changement attitude vis- à-vis de l'activité physique	Mise au point sur le rôle de l'entraînement physique dans la prise en charge de patients ICC à fraction d'éjection préservée	Capacité aérobic (n = 7) toujours améliorée avec variabilité selon protocoles (8-28,3 %) Qualité de vie (n = 6) analysée par le Minnesota questionnaire améliorée dans 3 études Paramètres échographiques (n = 6) inchangés dans 4 études, fonction diastolique améliorée dans 2 études et amélioration associée de fonction systolique dans 1 étude Biomarqueurs classiques inchangés (n = 3) Adhésion au programme (n = 4) 64-100 % Morbi-mortalité et hospitalisations, pas de données	Bonne tolérance du réentraînement Amélioration de la capacité aérobic et de la qualité de vie Pas d'effet formel sur biomarqueurs ni sur paramètres écho. Pas de données sur mortalité ni hospitalisations. Limites importantes avec échantillons de populations faibles et hétérogènes, hétérogénéité des critères diagnostiques et des réentraînements, peu d'éléments pour les objectifs majeurs de morbi-mortalité et hospitalisations

Tableau 10.II (fin) : Résultats des principales études ayant concerné les effets du réentraînement physique chez les patients ICC à fraction d'éjection préservée

Références	Population Type d'étude	Caractéristiques de l'activité physique	Caractéristiques de l'intervention	Évaluation Variable de confusion/ajustement	Principaux résultats Effet estimé moyen (IC 95 %) X2 ; p	Limites Remarques Conclusion
Chan et coll., 2016	Patients ICC FE préservée Revue systématique 1985-septembre 2015 de 8 ERC (317 patients, 174 entraînés avec 3 222 heures de réentraînement et 143 contrôles, âge moyen 60-74 ans). Classe NYHA I-IV avec surtout II et III)	6 études aérobies avec 3 études vélo et marche, 2 vélo, 1 marche 1 entraînement, électrostimulation et 1 entraînement muscle respiratoire 2-5 sessions/semaine pendant 6-26 semaines	Groupe contrôle traitement classique sans conseils sur augmentation d'activité physique	Capacité aérobique (Pic VO ₂ , pente Ve/VCO ₂ , fréquence cardiaque, TM6) Paramètres échographiques de fonction diastolique de repos Qualité de vie et santé générale (MLHFQ et SF-36) Événements cardiaques et hospitalisations	Capacité aérobique Pic de VO ₂ (5 études) DM 2,08 ml/min/kg (IC 95 % [1,51-2,65]) p < 0,00001) chez réentraînés Pente Ve/VCO ₂ (n = 4) non modifiée Fréquence cardiaque maximale (n = 5) diminuée (DM 3,46 bpm, IC 95 % [2,41-4,51]) p < 0,00001) si entraînés, TM6 (n = 4) augmentée (DM + 32,1 m, IC 95 % [17,2-47,05]) p < 0,0001) chez entraînés Fonction diastolique repos améliorée (5 études rapport E/A) et pression remplissage diminuée (5 études) si réentraînement Qualité de vie Score MLHFQ (n = 7) (DM -6,77 IC 95 % [-9,70 à -3,84]) p < 0,00001) si entraînés SF-36 (n = 3) amélioré (11,38, IC 95 % [5,28-17,48]) p = 0,0003) si entraînés	Qualité des études score Testex moyen = 10, avec 2 études à 8, 3 études à 10 et 2 études à 12

FE = fraction d'éjection du ventricule gauche, MLHFQ = Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire, TM6 = test de marche 6 minutes.

à fraction d'éjection préservée âgés soient essentiellement dus à une amélioration de leurs qualités (perfusion ou extraction d'O₂) musculaires.

Des études ont montré que le réentraînement fractionné pouvait aussi être réalisé sans risque sur des petits groupes de patients ICC avec fraction d'éjection préservée (Angadi et coll., 2015). Ce mode de réentraînement a montré chez 19 patients (70 ± 8,3 ans) une amélioration du pic de $\dot{V}O_2$ ($p = 0,04$) et de la dysfonction ventriculaire gauche échographique de repos ($p = 0,02$) alors que l'entraînement continu était sans effet significatif. En revanche, aucun des modes de réentraînement n'a amélioré la fonction endothéliale des patients (Angadi et coll., 2015).

Une transplantation cardiaque n'est pas synonyme de fin de la maladie cardiaque du patient. Malgré les progrès majeurs de la survie, en moyenne 90 % à 1 an et 70 % à 5 ans, ces patients qui doivent bénéficier d'un suivi médical spécifique régulier, ne mènent pas une vie strictement normale (Squires, 2011). L'intolérance à l'effort qu'ils présentent, intervient dans leur qualité de vie (Nytrøen et Gullestad, 2013). Les transplantés cardiaques ont une valeur de pic de $\dot{V}O_2$ comprise entre 50 et 70 % des valeurs théoriques observées chez des sujets sains appariés en sexe, âge et niveau de pratique d'activité physique (Nytrøen et coll., 2012). Cette limitation de performance est d'origine mixte, centrale du fait d'un cœur dénervé avec en règle générale, une altération de la fonction diastolique et une fréquence cardiaque maximale diminuée (Squires, 2011 ; Monk-Hansen et coll., 2014) et périphérique liée à la perte de masse musculaire que présentent ces patients (Hsieh et coll., 2011).

La valeur pronostique du pic de $\dot{V}O_2$ chez les transplantés cardiaques a été soulignée par une étude rétrospective chez 178 (52 ± 21 ans) transplantés cardiaques (suivi 11 ans). Les 3 principaux facteurs prédicteurs de longévité (régression multiple de Cox) étaient le pic de $\dot{V}O_2$, l'âge, et la présence d'une maladie coronaire du greffon. La maladie vasculaire du greffon est caractérisée par une athérosclérose qui se développe progressivement chez les transplantés cardiaques et aggrave leur morbidité et leur mortalité. Les auteurs insistent sur l'intérêt de la réalisation du CPX test chez les transplantés cardiaques (Yardley et coll., 2016a).

Les études sur les effets du réentraînement chez les patients transplantés ont concerné de faibles échantillons. Une méta-analyse a regroupé 6 études (Hsieh et coll., 2011). Quatre d'entre elles ($n = 117$ patients) ont observé une amélioration du pic de $\dot{V}O_2$ de 2,34 ml/kg/min (IC 95 % [0,63-4,05]). La force musculaire maximale développée avec les bras (+ 23,28 kg, IC 95 % [0,64-45,91]) et avec les jambes (+ 28,84 kg, IC 95 % [5,70-51,98]) a été

augmentée. Le réentraînement apparaît bénéfique pour la capacité aérobie des patients transplantés cardiaques. Cependant, le faible nombre d'études réalisées limite la valeur des conclusions de cette méta-analyse.

Le cœur des patients transplantés est un cœur dénervé, ce qui explique les réponses particulières de leur fréquence cardiaque à l'effort, avec en plus, une inadaptation de la fréquence cardiaque maximale théorique basée sur l'âge pour les conseils de réentraînement. Une étude a vérifié la valeur de la sensation de difficulté estimée par l'échelle de Borg (6-20) chez 15 transplantés (46,7 ± 11,8 ans, 4,0 ± 2,5 ans après la transplantation, 10 hommes). Après détermination de leurs seuils ventilatoires lors d'un test CPX sur tapis roulant par mesure de la fréquence cardiaque et avec l'échelle de Borg, les patients ont réalisé des efforts de marche de 30 minutes en piscine et sur tapis roulant à une intensité comprise entre 11-13 sur l'échelle de Borg. La cinétique d'adaptation de la fréquence cardiaque était retardée lors de la marche avec obtention d'un plateau à partir de 8 minutes d'effort. Les niveaux de fréquence cardiaque pour un niveau de 11 à 13 sur l'échelle de Borg correspondaient bien à l'intensité d'effort entre les deux seuils ventilatoires (Ciolac et coll., 2015). Ainsi, les transplantés peuvent se baser sur leurs sensations étalonnées par l'échelle de Borg pour guider leurs activités physiques et sportives.

Plusieurs études ont montré la faisabilité sans risque du réentraînement fractionné chez les patients transplantés (Nytrøen et coll., 2012 ; Monk-Hansen et coll., 2014 ; Rustad et coll., 2014 ; Dall et coll., 2015). Une étude randomisée avec *crossover* a été réalisée chez 16 patients (âge moyen 52 ans, 75 % hommes) transplantés depuis plus de 12 mois qui ont réalisé un réentraînement fractionné de haute intensité (12 semaines) et un entraînement aérobie continu (12 semaines) avec un intervalle de 5 mois sans entraînement (Dall et coll., 2015). La tolérance des deux modes de réentraînement a été bonne. Le pic de $\dot{V}O_2$ était plus élevé après un réentraînement fractionné ($p < 0,001$), le score au SF-36 court était plus augmenté ($p = 0,02$) après le fractionné qu'après le continu ($p = 0,07$), et le score d'anxiété était diminué de manière similaire avec les deux modes de réentraînement. Aucun des deux réentraînements n'a modifié la fonction endothéliale.

Une autre étude a concerné 48 transplantés (51 ± 16 ans, 14 femmes) depuis 4,1 ± 2,2 ans [1-8] qui ont été randomisés après un test CPX sur tapis roulant, en groupe de réentraînement fractionné haute intensité pendant 1 an (4 × 4 minutes 85-95 % de la fréquence cardiaque maximale, 3 fois par semaine pendant une session de 8 semaines répétée 3 fois dans l'année) ou en groupe contrôle (Nytrøen et coll., 2012). Après le réentraînement, le pic de $\dot{V}O_2$ a augmenté de 3,6 ml/kg/min (IC 95 % [2,0-5,2] $p < 0,001$) et les

valeurs par rapport à la théorique était de $89,0 \pm 17,5 \%$ et $82,5 \pm 20,0 \%$ respectivement dans les groupes réentraînés et contrôles ($p < 0,001$). Aucune différence n'a été observée par échocardiographie de repos dans les deux groupes. La même équipe a confirmé avec le même programme de réentraînement chez 52 transplantés, l'amélioration du pic de $\dot{V}O_2$ sans amélioration fonctionnelle cardiaque explorée par échocardiographie transthoracique au repos et lors d'un exercice sous-maximal (Rustad et coll., 2014). Les améliorations du pic de $\dot{V}O_2$ liées au réentraînement chez le transplanté semblent donc avant tout expliquées par l'amélioration des adaptations périphériques.

L'intérêt du réentraînement fractionné a aussi été étudié pour la prévention de la maladie du greffon (Nytrøen et coll., 2013). L'effet éventuellement protecteur de l'activité physique sur cette complication a été étudié chez 43 transplantés ($51 \pm 16,29$ hommes, délai post-greffe $4,0 \pm 2,2$ ans) cliniquement stables qui ont réalisé un entraînement fractionné à haute intensité mené sur un an (3 périodes de 8 semaines dans l'année). Les atteintes vasculaires ont été explorées par échographie endocoronaire dont les résultats ont été comparés à ceux relevés dans un groupe contrôle non réentraîné. Les critères quantitatifs d'athérosclérose étaient améliorés après le réentraînement. En revanche, les critères qualitatifs (histologiques, biologiques et inflammation) de la progression de la plaque d'athérome n'étaient pas différents dans les 2 groupes. Ces résultats qui sont en faveur d'un réentraînement systématique chez les transplantés cardiaques pour ralentir le développement de la maladie du greffon, méritent d'être confirmés par des études supplémentaires sur de plus larges populations.

Enfin, un bilan comprenant un test CPX avec détermination du pic de $\dot{V}O_2$, évaluation de la capacité musculaire, une échographie endocoronaire et des questionnaires sur la santé physique et mentale ont été proposés à 41 transplantés cardiaques ($49,1 \pm 16,5$ ans, 68 % hommes, ancienneté de la transplantation $4,1 \pm 2,2$ ans) qui avaient bénéficié 5 ans auparavant du réentraînement par intervalles présenté précédemment (3 sessions de 8 semaines sur un an). Les résultats observés ont été comparés à ceux d'un groupe contrôle apparié qui n'avait pas bénéficié de réentraînement. L'évolution (avant, après, 4 ans après la fin du réentraînement) du pic de $\dot{V}O_2$ dans le groupe réentraîné était le suivant ($27,7 \pm 5,7$; $31,2 \pm 5,3$; $26,0 \pm 6,2$ ml/kg/min). Dans le même temps chez les contrôles, le pic de $\dot{V}O_2$ a progressivement baissé. Mais à 5 ans, les valeurs de pic de $\dot{V}O_2$ n'étaient pas différentes dans les deux groupes, les autres paramètres, capacité musculaire et maladie vasculaire du greffon, n'étaient pas non plus différents (Yardley et coll., 2016b). Ces résultats sont en faveur de la nécessité de poursuivre une activité physique suffisamment intense pour garder les bénéfices d'un réentraînement

chez ces patients. Cette hypothèse mériterait d'être confirmée par une étude adaptée.

L'hypertension artérielle est la comorbidité la plus fréquente après transplantation cardiaque. Les effets d'un réentraînement aérobie de mode continu de 12 semaines (3 séances par semaine à 70 % du pic de $\dot{V}O_2$ initial) sur la valeur du pic de $\dot{V}O_2$, les chiffres tensionnels par mesure ambulatoire de la pression artérielle et sur la vitesse de l'onde de pouls ont été comparés chez des transplantés réentraînés ($n = 31$) et chez des contrôles ($n = 9$). Après réentraînement, le pic de $\dot{V}O_2$ a augmenté ($9,7 \% \pm 2,6 \% ; p < 0,001$), les chiffres tensionnels systoliques (24 h et période diurne) et diastoliques (24 h, périodes diurne et nocturne) étaient significativement ($p < 0,01$) abaissés, mais la vitesse de l'onde de pouls, témoin de la rigidité artérielle, n'était pas modifiée (Pascoalino et coll., 2015). Ainsi, une pratique régulière d'activité physique d'endurance pourrait améliorer les chiffres tensionnels des patients transplantés.

En résumé, c'est la pratique d'une activité physique guidée par des données objectives (test CPX essentiellement) des transplantés qui paraît la plus efficace (Carvalho et coll., 2011). Cette prescription d'activité physique devrait être généralisée chez ces patients, y compris chez les enfants transplantés du cœur qui bénéficient d'un programme de réentraînement adapté (Patel et coll., 2008 ; Pahl, 2012). La réhabilitation physique doit être mise en place rapidement lors de l'hospitalisation post-transplantation. Un programme de réentraînement, au mieux encadré en institution, doit suivre immédiatement l'hospitalisation avec un programme identique à celui de tous les opérés cardiothoraciques. L'activité physique devra être poursuivie tout au long de la vie ; la surveillance de l'intensité de l'effort est plus efficace avec les sensations d'essoufflement que sur la fréquence cardiaque. L'activité physique n'augmente pas les phénomènes de rejet, mais son intensité doit être diminuée, voire interrompue temporairement lors d'un épisode de rejet marqué. Il n'y a pas de donnée concernant l'effet du réentraînement sur la mortalité des patients transplantés (Squires, 2011). Malgré les limitations d'adaptations cardiovasculaires que présentent ces patients, il faut savoir que des patients transplantés cardiaques bien entraînés participent à des compétitions limitées aux transplantés ou avec la population générale saine. Bien équilibrés médicalement, ils peuvent donc pratiquer l'activité physique ou sportive de leur choix. Un suivi cardiologique annuel restant recommandé.

Les systèmes mécaniques d'assistance circulatoire ont beaucoup évolué dans les 10 dernières années. Ces systèmes d'assistance ventriculaire, à flux continu, pulsatil mono ou biventriculaires, qui améliorent la survie, la capacité fonctionnelle et la qualité de vie sont maintenant régulièrement proposés aux patients ICC en stade terminal (Loyaga-Rendon et coll., 2015). Sur un

plan hémodynamique, les réponses cardiovasculaires observées lors d'un exercice chez ces patients, restent avec les machines actuelles bien différentes des réponses physiologiques avec en particulier, une augmentation du débit cardiaque très limitée (Loyaga-Rendon et coll., 2015 ; Jung et Gustaffson, 2015). Peu d'études contrôlées, avec de faibles échantillons, ont concerné les effets du réentraînement chez les patients ICC avec assistance circulatoire. Cette intervention semble sûre (Alsara et coll., 2014 ; Marko et coll., 2015). Les résultats de ces quelques études ont été revus (Loyaga-Rendon et coll., 2015 ; Jung et Gustaffson, 2015 ; Compostella et coll., 2015). Globalement, un effet bénéfique modeste est rapporté sur la capacité aérobie (TM6 plus que pic de $\dot{V}O_2$) et la qualité de vie avec amélioration des sensations de fatigue et de dyspnée. Une seule étude parle d'amélioration de la survie (Compostella et coll., 2015). Une étude a concerné 70 patients (52 ± 2 ans) dont 34 réentraînés à domicile *versus* 36 contrôles avec prise en charge classique comprenant des conseils d'activité physique à domicile (Kugler et coll., 2012). La durée de l'intervention a été de 18 mois. Le réentraînement était de type aérobie continu sur ergocycle avec adaptation individuelle de l'intensité en fonction de la progression et suivi téléphonique. Le réentraînement a été associé à un effet très positif sur la qualité de nutrition et l'IMC des patients réentraînés qui est resté stable ($p = 0,35$) alors qu'il augmentait nettement chez les contrôles ($23,8 \pm 0,6$ pré et $29,7 \pm 0,8$ post ; $p = 0,05$) Une amélioration du pic de $\dot{V}O_2$ exprimé en % de la valeur théorique est notée chez les réentraînés ($69 \pm 2,9$ *versus* $62 \pm 3,7$ % ; $p = 0,04$). Les données du SF-36 pour la composante physique confirmaient ce bénéfice uniquement chez les réentraînés. Pour la composante psychosociale du SF-36, il n'a pas été noté d'effet bénéfique du réentraînement, même si les contrôles présentaient un score d'anxiété plus élevé ($p = 0,03$) que les réentraînés.

En résumé, les effets du réentraînement chez les patients ICC avec assistance circulatoire ont encore été peu étudiés. Il semble améliorer modérément les paramètres de la capacité aérobie et plutôt le TM6 et la qualité de vie en particulier lorsqu'il est prolongé. Ces bénéfices paraissent concerner surtout les limitations périphériques de ces patients. Le réentraînement apparaît sûr avec parfois des arythmies cardiaques à l'exercice. Il semble préférable de débiter ce réentraînement en centre de réhabilitation avec encadrement par des médecins connaissant bien le fonctionnement des systèmes d'assistance. Ce réentraînement peut ensuite être réalisé à domicile sur du long terme. Les effets du renforcement musculaire et du réentraînement fractionné n'ont pas réellement été étudiés avec des groupes contrôles. Des études complémentaires sont donc nécessaires et d'autres questions restent posées comme l'apport potentiel de protocoles de réhabilitation adaptés aux spécificités des patients ICC avec assistance circulatoire.

Apport de la télé-réhabilitation physique chez les insuffisants cardiaques chroniques

Les bienfaits de la réhabilitation cardiovasculaire pour les patients ICC sont formellement prouvés. Pourtant, force est de constater d'une part qu'elle est encore très peu utilisée puisqu'environ seuls 20 % des patients ICC dans les pays occidentaux en bénéficient et d'autre part, que l'adhésion et l'observance au long cours en particulier de l'activité physique des patients sont très médiocres (Piotrowicz et coll., 2016). Les nombreux freins rapportés par les patients ICC et leurs médecins traitants pour expliquer ces deux constats, sont pour une large part, liés à la difficulté de leur réalisation hors du domicile des patients (Conraads et coll., 2012 ; Piotrowicz et coll., 2016). C'est pourquoi une réflexion sur la possibilité de réaliser la réhabilitation cardiovasculaire et en particulier, une activité physique adaptée à domicile, paraît justifiée. Dans ce cadre, l'apport potentiel des outils de communication et d'information (internet, smartphones, applications d'auto-surveillance de l'activité physique, plateformes sociales et médiatiques...) actuels mérite d'être analysé et validé. Relativement peu d'études de bonne qualité sont actuellement à notre disposition dans ce domaine (Franklin, 2015).

L'apport du réentraînement télémonitoré à domicile chez les patients ICC a été exploré par plusieurs études réalisées par la même équipe. La faisabilité et la tolérance du système de télémonitorage ont été étudiées chez 365 patients ICC peu sévères (58 ± 10 ans) (Piotrowicz et coll., 2014). Le réentraînement de 4 semaines était de type aérobie avec marche, marche nordique ou ergocycle. Lors des séances, des périodes automatiques d'enregistrement de l'électrocardiogramme étaient programmées individuellement par le centre de réhabilitation puis transmises *via* leur téléphone mobile au centre de surveillance. Le système a été bien toléré et seulement 0,8 % des patients n'y ont pas adhéré. Différents ERC monocentriques prospectifs ont ensuite évalué les effets de ce mode de réentraînement chez des patients ICC plus sévères. Une étude a concerné 111 patients ICC (74 réentraînés) de classe NYHA II-III avec fraction d'éjection du ventricule gauche ≤ 40 % (Piotrowicz et coll., 2015a). L'intervention reposait sur un réentraînement à domicile téléguidé basé sur la marche nordique pendant 8 semaines (5 sessions/semaine). Après réentraînement, une amélioration du pic de $\dot{V}O_2$, de la distance parcourue au TM6 et de la qualité de vie (SF-36) a été observée ($p = 0,0001$). Les améliorations observées dans le groupe réentraîné étaient toutes supérieures à celles du groupe contrôle. Tous les patients ont terminé la réadaptation et aucun événement indésirable n'a été noté. Une autre étude a inclus 52 patients ($62 \pm 9,3$ ans, de 45 à 75 ans) de classe NYHA III, porteurs d'un défibrillateur avec resynchronisation (26 réentraînés)

(Smolis-Bak et coll., 2015). Après éducation au réentraînement à l'hôpital, un programme avec télémonitorisation à raison de 5 fois par semaine pendant 8 semaines a été réalisé. Durant le réentraînement, l'intensité de la télésurveillance de l'entraînement à domicile guidé a été faible et il n'y a pas eu d'événement indésirable significatif. Après l'intervention, une amélioration plus marquée du pic de $\dot{V}O_2$, durée du test CPX et de la qualité de vie a été observée dans le groupe réentraîné par rapport au groupe contrôle. Les données du TM6 n'étaient pas différentes. Cependant, 12 mois après l'intervention, aucune différence n'était observée entre les deux groupes. De même, pendant cette période, il n'a pas été noté de différence sur les taux de mortalité ou d'hospitalisation des patients. Un réentraînement télémonitoré à domicile basé sur la marche (n = 75) a eu le même effet bénéfique sur la qualité de vie (SF-36) qu'un réentraînement à domicile classique sur ergocycle (n = 56) chez des patients ICC (56,4 ± 10,9 ans ; NYHA classes II-III) (Piotrowicz et coll., 2015b).

Un télémonitorage d'une activité physique individualisée, réalisée à domicile par des patients ICC a aussi été proposé (Piotrowicz et coll., 2016). Un équipement comprenant une balance, un appareil de mesure de la pression artérielle, un système d'enregistrement électrocardiographique et un ensemble de transmission de données basé sur un téléphone mobile est fourni au patient. Avant chaque session d'activité physique, le patient répond à des questions concernant son état actuel et les médicaments pris. La session d'activité physique individualisée préprogrammée débute une fois que ces informations transmises ont été validées par le centre de contrôle. Au terme de la session, les électrocardiogrammes per et post-effort sont transmis au centre qui ajustera la charge de travail des séances ultérieures. Un rapport de suivi du réentraînement est généré et fourni au patient et à son cardiologue ou médecin traitant.

La quantité et la qualité de l'activité physique peuvent être grossièrement quantifiées en routine par deux types de capteurs de mouvement, les accéléromètres et les podomètres. De nombreuses applications des téléphones portables les utilisent. Des modules éducatifs peuvent y être associés et consultés à la demande par les patients. Dans ce cadre, une seule étude pilote a évalué l'intérêt potentiel de jeux d'activité physique utilisables avec la plateforme Nintendo Wii chez 32 patients ICC âgés (moyenne d'âge, 74 ans) (Klompstra et coll., 2014). Après une formation à l'utilisation de la plateforme, celle-ci était laissée pendant 12 semaines en libre accès au domicile des patients. Les variables analysées étaient la capacité aérobie (TM6), l'activité physique journalière (moniteur d'activité), le temps journalier d'utilisation de la plateforme (agenda journalier rempli par les patients). Le temps journalier moyen

d'utilisation de la plate-forme a été de 28 minutes. Les valeurs les plus élevées étaient notées chez les hommes et les grand-parents avec petits enfants. Au terme de l'expérience, la capacité aérobie avait augmenté chez 53 % des patients. L'amélioration était plus nette chez les patients les moins sévères et/ou avec le diagnostic le plus récent. Aucun événement indésirable n'a été rapporté lors de l'intervention. L'utilisation de ce type de plate-forme est donc utilisable par les patients ICC et leur permet d'améliorer leur capacité aérobie sans cependant modifier leur temps d'activité physique journalier. Des études complémentaires avec suivi à long terme sont nécessaires pour confirmer le potentiel de ce type d'outils sur l'adhésion des patients ICC à la pratique d'une activité physique régulière. Les résultats d'une étude multicentrique sur les effets des jeux d'activité physique utilisables avec la plateforme Nintendo Wii sont en attente (Jaarsma et coll., 2015).

En résumé, les méthodes de réentraînement à domicile avec télémonitorage n'ont pas été compliquées d'événements cardiovasculaires graves. Pour les patients ICC qui sont globalement plus réticents à suivre un programme de réentraînement que les recommandations diététiques, ces méthodes pourraient permettre de lever des freins à la pratique d'activité physique (Barbour et Miller, 2008). Ces méthodes améliorent la qualité de vie surtout mentale des patients. Ainsi, elles diminuent leur niveau d'anxiété et tendent à diminuer les épisodes dépressifs comparativement aux patients se réentraînant à domicile sans télémonitorage qui eux, améliorent plus leur bien-être physique général. Enfin, une indépendance plus grande dans les tâches quotidiennes reste à confirmer (Piotrowicz et coll., 2016). Ce mode de télémonitorage du réentraînement physique peut être associé au cas par cas à un télésupport psychologique et/ou une téléassistance individualisée de l'équipe médicale et paramédicale. Des études complémentaires restent encore nécessaires pour confirmer ces résultats encourageants, mais reposant sur peu de travaux et menées par peu d'équipes, et pour vérifier l'adhésion à long terme des patients. D'autres études concernant les potentialités d'autres méthodes de réhabilitation physique moins médicalisées et reposant sur des applications spécifiques chez les patients ICC sont aussi nécessaires. En effet, la grande majorité des publications dans ce domaine concernent les effets sur les facteurs de risque cardiovasculaires (Burke et coll., 2015).

Comparaison des effets des médicaments et de l'activité physique chez les insuffisants cardiaques chroniques

L'efficacité de plusieurs thérapeutiques pharmacologiques ou non (resynchronisation, défibrillateurs cardiaques implantables, assistance circulatoire,

transplantation cardiaque) a été validée dans l'ICC à fraction d'éjection altérée. Leur indication est bien codifiée en fonction de la symptomatologie, du degré de gravité et du risque de mort subite. Par ailleurs, la réhabilitation physique qui n'est qu'un des outils de la réadaptation cardiovasculaire, n'est en règle générale, pas proposée seule. Nous n'avons pas retrouvé d'étude dont l'objectif prédéfini était de comparer « face-à-face » les effets de la réhabilitation physique seule au traitement optimal des patients ICC. C'est pourquoi, seules des données indirectes peuvent être rapportées pour préciser l'apport ajouté de l'activité physique aux thérapeutiques classiques de l'ICC.

Concernant l'effet sur la mortalité des patients ICC à fraction d'éjection altérée, l'étude HF-Action déjà décrite, après ajustement sur les facteurs de risque de mortalité principaux des patients, a montré que l'ajout d'un réentraînement physique prolongé (suivi 3 ans) au traitement optimal classique s'accompagnait d'une baisse de la mortalité de 13 % chez ces patients ICC (O'Connor et coll., 2009). Cet effet bénéfique est voisin de ceux rapportés dans 2 études pharmacologiques antérieures menées avec des sartans sur des patients moins bien traités par ailleurs, respectivement 16 % pour l'étude *Charm* (HR, 0,84 ; IC 95 % [0,77-0,91]) (Pfeffer et coll., 2003) et 13 % pour l'étude Val-HeFT (HR, 0,87 ; IC 95 % [0,77-0,97]) (Cohn et coll., 2001). D'autres études seraient nécessaires pour confirmer cette observation, en ayant conscience que leur réalisation est rendue très difficile d'une part, par l'efficacité des thérapeutiques médicamenteuses actuelles qui limite le nombre de décès et d'autre part, la difficulté d'obtenir une observance satisfaisante à très long terme des patients vis-à-vis d'une activité physique bien codifiée.

Une étude récente a analysé les résultats des méta-analyses publiées sur la thématique de l'effet de l'activité physique sur la mortalité dans diverses pathologies chroniques, dont l'ICC essentiellement à fraction d'éjection altérée (Naci et Ioannadis, 2015). En l'absence d'étude de confrontation directe entre les effets des thérapeutiques médicamenteuses et de l'activité physique, les auteurs ont comparé les résultats rapportés dans différentes méta-analyses concernant soit l'effet de l'activité physique soit celui des médicaments sur la mortalité des patients. Dans un premier temps, les méta-analyses ayant inclus les ERC concernant les effets des médicaments ou de l'activité physique sur la mortalité des patients, ont été répertoriées. Puis une combinaison des données de toutes les méta-analyses répertoriées en réseau a permis de déterminer l'efficacité comparative des interventions des médicaments et de l'activité physique dans la réduction du risque de mortalité. Pour l'ICC à fraction d'éjection altérée, 18 études ont été retenues pour l'effet de l'activité physique (n = 3 669 patients dont 1 830 réentraînés) et

48 études ont concerné les effets d'un des médicaments classiques de l'ICC (beta-bloquants, inhibiteurs du système rénine-angiotensine-aldostérone, diurétiques). Le nombre de patients inclus dans ces études était très largement supérieur ($n = 30\,024$). L'activité physique n'a pas montré d'effet bénéfique sur la mortalité (OR 0,79 ; IC 95 % [0,59-1,00]) contrairement aux médicaments classiquement utilisés dans cette pathologie (Naci et Ioannadis, 2015). À noter que ni les médicaments les plus récents ni les thérapeutiques non pharmacologiques n'ont été étudiés.

La population de patients ICC à fraction d'éjection préservée est plus aisée à étudier en l'absence de traitement à l'efficacité indiscutable. Ainsi une méta-analyse très récente a comparé les effets de l'exercice physique et des médicaments classiques sur la capacité aérobie (pic de $\dot{V}O_2$ et TM6) et la qualité de vie (questionnaire Minnesota pour les patients ICC) de ces patients (Fukuta et coll., 2016). L'étude a regroupé 5 ERC ($n = 245$, réentraînement *versus* traitement classique) pour les effets de l'activité physique et 8 ERC ($n = 1\,080$, traitement *versus* placebo ou abstention thérapeutique) pour les effets des drogues cardiovasculaires. Le réentraînement a amélioré le pic de $\dot{V}O_2$ et la distance parcourue au TM6 (DM pondérée) respectivement de + 2,28 ml/min/kg (IC 95 % [1,32-3,23]) et + 30,3 m (IC 95 % [4,3-56,2]) et le score total de qualité de vie de -8,97 points (IC 95 % [-3,32 à -14,6]). Les traitements pharmacologiques n'ont par contre pas eu d'effet bénéfique ni sur le pic de $\dot{V}O_2$ (- 0,393 ml/min/kg, IC 95 % [-1,005-0,220]), ni sur la distance parcourue au TM6 (-9,5 m ; IC 95 % [-21,5 à -2,5] m) ni sur le score total de qualité de vie (-1,04 point ; IC 95 % [-0,98 à -3,07]).

Ainsi, les différentes thérapeutiques validées dans l'ICC à fraction d'éjection altérée ont un effet bénéfique plus ou moins marqué sur la capacité aérobie (pic de $\dot{V}O_2$ et/ou distance parcourue au TM6) sur les symptômes et donc sur la qualité de vie des patients. Mais il apparaît que l'ajout de l'activité physique à ces thérapeutiques augmente toujours la capacité aérobie dans des proportions (10 à 20 %) variables et améliore la symptomatologie et la qualité de vie. Il est ainsi assez régulièrement possible de « sortir » de la liste de transplantation des patients ICC par un séjour de 15 à 21 jours en centre de réhabilitation cardiovasculaire. Ainsi la réadaptation cardiovasculaire et les thérapeutiques validées dans l'ICC à fraction d'éjection altérée semblent avoir des effets bénéfiques synergiques. Cette synergie paraît particulièrement importante au niveau des lésions musculaires périphériques, la myopathie du patient ICC, qui pourrait être aggravée par certains médicaments de l'ICC à fraction d'éjection altérée (Bacurau et coll., 2016). Dans l'ICC à fraction d'éjection préservée, l'activité physique a des effets bénéfiques sur la capacité aérobie, la symptomatologie et la qualité de vie supérieurs aux traitements

actuellement proposés dont l'efficacité est très médiocre. Concernant la mortalité, les effets de l'activité physique dans l'ICC à fraction d'éjection altérée apparaissent inférieurs à ceux des thérapeutiques validées.

Recommandations actuelles pour la pratique d'une activité physique par les insuffisants cardiaques chroniques

Pour les Sociétés Européenne et Américaine du Nord de Cardiologie, la gestion holistique de la prise en charge des patients ICC est essentielle (Conraads et coll., 2012 ; Fletcher et coll., 2013). Pendant longtemps, la pratique d'exercice physique a été contre-indiquée aux patients ICC par crainte d'une part, de décompensation ou d'arythmies cardiaques et d'autre part, d'une aggravation de la dysfonction myocardique. Un cœur fatigué devait se reposer. Depuis une trentaine d'années, de très nombreuses études complétées par des méta-analyses ont formellement prouvé l'absence de risque associé à la pratique d'une activité physique adaptée et ses bénéfices sur les capacités cardiorespiratoire et musculaire squelettique, sur la qualité de vie et sur les réhospitalisations (Fleg et coll., 2015 ; Myers et coll., 2015b ; Haykowsky et coll., 2016). Le bénéfice du réentraînement sur la mortalité des patients ICC reste encore discuté. Les études à notre disposition ont cependant concerné majoritairement des patients ICC de classe NYHA II et III, âgés le plus souvent de moins de 70 ans et sans autre pathologie chronique associée comme un diabète ou une bronchite chronique obstructive (Pedersen et Saltin, 2015). Par ailleurs, relativement peu de femmes ont été incluses dans ces études. En effet, selon une méta-analyse récente, la réadaptation cardiovasculaire est proposée moins souvent aux femmes (36 % de moins) qu'aux hommes (Samayoa et coll., 2014). De plus, il semble que la pratique d'une activité physique d'intensité modérée à vigoureuse d'au moins 30 minutes, au moins 5 fois par semaine par des patients atteints de maladie cardiovasculaire, dont l'ICC, était associée à une baisse des dépenses de santé significative par rapport aux patients inactifs (Valero-Elizondo et coll., 2016). Ainsi aujourd'hui, le réentraînement physique avec poursuite d'une activité physique au long cours est formellement recommandé (classe I niveau de preuve A) pour tous les patients ICC de classe NYHA I, II et III et cliniquement stables par les Sociétés Française, Américaine du Nord, Canadienne et Européenne de cardiologie (Pavy et coll., 2012 ; Yancy et coll., 2013 ; *Canadian Cardiovascular Society*, 2014 ; Ponikowski et coll., 2016).

Un programme de réentraînement physique pour les patients ICC doit comprendre 3 phases. La première phase est hospitalière lors d'un épisode aigu. La deuxième phase réalisée le plus souvent en institution spécialisée avec encadrement cardiologique, comprend un programme de réadaptation

cardiovasculaire de 2 à 3 semaines dont la réhabilitation physique n'est qu'une composante. La troisième phase qui lui succède devra être poursuivie indéfiniment.

La phase 1 comprend un lever et une mobilisation précoce avec des soins kinésithérapeutiques (Achttien et coll., 2015).

La phase 2 ne sera proposée qu'aux patients traités médicalement de manière optimale et cliniquement stables, c'est-à-dire n'ayant présenté aucun événement significatif dans leur pathologie dans les 6 semaines précédentes (Haykowsky et coll., 2016). Un bilan cardiovasculaire complet de repos et d'effort sera réalisé avant le réentraînement pour éliminer toute contre-indication éventuelle (Pavy et coll., 2012). Le test d'effort maximal sera au mieux associé à une analyse des échanges gazeux pour guider individuellement l'intensité des séances de réentraînement (Mezzani et coll., 2015). Pour améliorer l'adhésion des patients ICC qui le souhaitent, le réentraînement pourra être réalisé à domicile (Taylor et coll., 2015). L'équipe d'encadrement devra être spécifiquement formée aux caractéristiques des protocoles de réentraînement et des patients ICC (Pozhel et coll., 2015). Le contenu du réentraînement physique varie selon les protocoles mais les recommandations insistent sur la nécessité d'associer une part d'aérobie et une part de renforcement musculaire qui aide au maintien de l'autonomie individuelle (Lindenfeld et coll., 2010 ; Carvalho et Mezzani., 2011 ; Yancy et coll., 2014 ; Achttien et coll., 2015 ; Price et coll., 2016 ; Ponikowski et coll., 2016). Le niveau de surveillance cardiologique lors des séances de réentraînement sera adapté au niveau de risque individuel du patient ICC.

L'entraînement aérobie pourra être de type continu ou fractionné, une association des deux modes pouvant être proposée. La fréquence des séances varie de 2 à 7 fois par semaine, la plus admise est 3 fois par semaine. Leur durée varie de 10 à 60 minutes par session, mais la plus admise est de 30 minutes, avec la possibilité de débiter par 10 minutes puis d'augmenter progressivement selon la tolérance individuelle. Enfin, l'intensité de l'exercice au début modérée sera progressivement augmentée de manière individuelle en se basant sur des valeurs de % de $\dot{V}O_2$ max, de fréquence cardiaque maximale ou de fréquence cardiaque de réserve (fréquence cardiaque maximale moins la fréquence cardiaque de repos) ou sur la sensation de perception de l'effort cotée sur une échelle (type échelle de Borg) (Deka et coll., 2017). Pour l'entraînement fractionné, il est en plus possible de moduler les rapports des périodes d'effort et de récupération. Lors de l'initiation du réentraînement, le fractionné de type intervalles courts paraît le plus adapté avec introduction progressive des séances de fractionnés de durée moyenne et/ou longue (Gayda et coll., 2016). Outre son caractère plus ludique que le mode

continu, le réentraînement fractionné pourrait être plus efficace sur l'amélioration du pic de $\dot{V}O_2$. Cependant, il ne paraît pas actuellement licite de recommander systématiquement en première intention le réentraînement fractionné à tous les patients ICC (Arena et coll., 2013 ; Price et coll., 2016).

Le renforcement musculaire de type dynamique, évitant les phases statiques, se fera à raison de 2 à 3 séances par semaine. Encadré au début par des professionnels de l'activité physique adaptée, il sollicitera des groupes musculaires différents et se fera à faible vitesse au mieux sur des appareils adaptés avec des charges peu élevées (40 à 60 % d'1 RM) avec un temps de travail en règle générale inférieur à 60 secondes et un rapport temps récupération/temps travail supérieur à 2, le nombre de répétitions sera compris entre 6 et 10 avec 2 à 3 séries. Pour les patients les plus fragiles, un travail peut être proposé avec de très faibles poids, des bandes élastiques ou de type musculaire segmentaire individualisé (Volaklis et Tokmakidis, 2005 ; Meyer, 2006).

Les indications des autres modes de réentraînement, électrostimulation, musculature segmentaire, réentraînement des muscles inspiratoires, restent actuellement proposées au cas par cas à des patients ICC particulièrement déconditionnés (Smart, 2013d).

Au terme du réentraînement, une réévaluation comparative avec le même test d'effort que celui réalisé à l'entrée dans le protocole de réentraînement permettra d'objectiver les progrès du patient et d'évaluer ainsi son pronostic individuel (Tabet et coll., 2008 ; Swank et coll., 2012 ; Tabet et coll., 2013).

Enfin, lors de la phase 3 qui devra être poursuivie indéfiniment, les recommandations des États-Unis préconisent la réalisation d'au moins 30 minutes d'activité physique modérée 5 fois par semaine (150 minutes/semaine) (Deka et coll., 2017). Les recommandations européennes conseillent d'y associer 2 à 3 séances par semaine de renforcement musculaire (Deka et coll., 2017). Cette phase 3 est la plus problématique car l'adhésion des patients ICC à l'activité physique autonome régulière au long cours est très faible lorsque l'on retient comme critère d'adhésion, la réalisation de 80 % au moins de la dose d'activité physique recommandée (Deka et coll., 2017). Ainsi dans l'étude HF-Action, seulement 30 % des patients ont maintenu le niveau d'entraînement prérequis pendant les 3 ans de suivi (O'Connor et coll., 2009).

Conclusions et perspectives

372 Les bénéfices attendus de l'activité physique chez les patients ICC sont majeurs. Mais ils ne peuvent être atteints qu'à la condition d'une observance

poursuivie « à vie » de l'activité physique et donc d'une totale adhésion de ces patients aux recommandations d'activité physique proposées. La problématique de cette adhésion des patients ICC est un frein essentiel à sa bonne utilisation. En effet, malgré les arguments majeurs en faveur d'une pratique régulière d'activité physique, moins de 20 % des patients ICC bénéficient actuellement en phase 2 d'un programme de réhabilitation physique que ce soit en hospitalisation ou en ambulatoire (Ponikowski et coll., 2016). Ceci est dû pour une part, à l'adhésion insuffisante des médecins traitants et de certains cardiologues aux recommandations des sociétés savantes concernant les thérapeutiques pour les patients ICC (Di Martino et coll., 2014 ; Hirt et coll., 2016). Ainsi, une étude a montré que seulement 10 % des patients ICC éligibles étaient envoyés dans un centre de réadaptation cardiovasculaire, les critères de choix principaux étant le jeune âge et la faible comorbidité du patient (Golwala et coll., 2015). Nous n'avons cependant pas retrouvé d'étude ayant concerné spécifiquement l'attitude des médecins vis-à-vis du réentraînement physique. Concernant les patients, leur adhésion globale (phases 1, 2 et 3 du réentraînement) à l'activité physique serait comprise entre 40 et 50 % donc voisine de celle rapportée pour les médicaments (Sabaté, 2003).

L'adhésion au long cours des patients ICC à l'activité physique nous paraît la problématique majeure actuelle. Pour aider à sa résolution, nous sommes en attente d'une nouvelle approche de la pratique d'activité physique par les patients ICC. En effet, la plupart des études actuelles continuent à confirmer l'amélioration des paramètres fonctionnels ou psychologiques induite par l'activité physique. Ces améliorations vont pourtant disparaître rapidement après la phase 2 en l'absence d'une phase 3 bien réalisée. À l'inverse, très peu d'études rapportent le niveau d'adhésion des patients et une seule a eu pour objectif principal d'améliorer cette adhésion aux conseils d'activité physique (Duncan et coll., 2011). Elle a montré l'importance de l'implication du patient ICC dans la prise en charge de l'activité physique, confirmant que l'implication du patient dans le choix de son mode de réentraînement en phase 2 était un garant d'une meilleure adhésion (Uddin et coll., 2016). Il paraît très difficile de préciser comment améliorer l'adhésion de ces patients aux programmes d'activité physique qui leur sont proposés. Ces protocoles qui présentent des différences très importantes de contenu (fréquence, durée, intensité) sont rarement réellement individualisés en particulier dans la phase 3. Dans ce cadre, les goûts des patients n'apparaissent pas dans les études comme un critère de choix essentiel. Pourtant, une activité physique n'a de chance d'être poursuivie au long cours que si elle est synonyme de plaisir. L'exemple des bénéfices de la pratique de la danse illustre bien ce point. Il serait donc intéressant de valider l'apport d'autres pratiques

d'activité physique plus ludiques que celle de pédaler sur vélo fixe 3 fois par semaine selon un protocole immuable. Des outils d'évaluation précise et objective de la pratique d'activité physique réalisée seraient donc utiles. L'apport potentiel d'une éducation thérapeutique sur les bienfaits de l'activité physique et ses mécanismes associée à la partie pratique de cette activité physique mériterait d'être étudié. De même, l'efficacité de séjours de « rappels » en centre de réhabilitation selon un calendrier individuel pourrait être évaluée. Concernant les freins et les barrières des patients, les outils d'appréciation de l'adhésion utilisés sont le plus souvent des auto-questionnaires très subjectifs et d'interprétation difficile (Tierney et coll., 2011). Nous expliquons mal pourquoi le niveau d'adhésion des patients ICC diminue au fil du temps, rendant difficile la possibilité de changer un comportement au long cours. Les théories comportementales devraient être validées par des études dont l'objectif principal serait de vaincre efficacement et durablement les barrières variées que rapportent les patients ICC. Enfin, nous manquons d'éléments pour expliquer pourquoi cette adhésion diffère tant en fonction de l'âge, du sexe, de l'origine ethnique, de la gravité des patients ICC. Des études complémentaires dans ces domaines de même que des analyses spécifiques aux deux types d'ICC à fraction d'éjection altérée ou préservée mériteraient d'être réalisées.

RÉFÉRENCES

Achtien RJ, Staal JB, van der Voort S, *et al.* Exercise-based cardiac rehabilitation in patients with chronic heart failure: a Dutch practice guideline. *Neth Heart J* 2015 ; 23 : 6-17.

Afilalo J, Alexander KP, Mack MJ, *et al.* Frailty assessment in the cardiovascular care of older adults. *J Am Coll Cardiol* 2014 ; 63 : 747-62.

Ahmad T, Fiuzat M, Mark DB, *et al.* The effects of exercise on cardiovascular biomarkers in patients with chronic heart failure. *Am Heart J* 2014 ; 167 : 193-202.

Alosco ML, Spitznagel MB, Lindsay Miller L, *et al.* Depression is associated with reduced physical activity in persons with heart failure. *Health Psychol* 2012 ; 31 : 754-62.

Alsara O, Perez-Terzic C, Squires RW, *et al.* Is exercise training safe and beneficial in patients receiving left ventricular assist device therapy? *J Cardiopulm Rehabil Prev* 2014 ; 34 : 233-40.

Anderson LJ, Taylor RS. Cardiac rehabilitation for people with heart disease: an overview of Cochrane systematic reviews. *Int J Cardiol* 2014 ; 177 : 348-61.

Angadi SS, Mookadam F, Lee CD, *et al.* High-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous exercise training in heart failure with preserved ejection fraction: a pilot study. *J Appl Physiol* (1985) 2015 ; 119 : 753-58.

Arena R, Myers J, Forman DE, *et al.* Should high-intensity-aerobic interval training become the clinical standard in heart failure? *Heart Fail Rev* 2013 ; 18 : 95-105.

Arena R, Cahalin LP, Borghi-Silva A, *et al.* Improving functional capacity in heart failure: the need for a multifaceted approach. *Curr Opin Cardiol* 2014 ; 29 : 467-74.

Arena R, Guazzi M, Cahalin LP, *et al.* Revisiting cardiopulmonary exercise testing applications in heart failure: aligning evidence with clinical practice. *Exerc Sport Sci Rev* 2014 ; 42 : 153-60.

Bacurau AV, Cunha TF, Souza RW, *et al.* Aerobic exercise and pharmacological therapies for skeletal myopathy in heart failure : similarities and differences. *Oxid Med Cell Longev* 2016 ; 2016 : 4374671.

Balady GJ, Williams MA, Ades PA, *et al.* Core components of cardiac rehabilitation/secondary prevention programs: 2007 update: a scientific statement from the american heart association exercise, cardiac rehabilitation, and prevention committee, the council on clinical cardiology; the councils on cardiovascular nursing, epidemiology and prevention, and nutrition, physical activity, and metabolism; and the american association of cardiovascular and pulmonary rehabilitation. *J Cardpulm Rehabil Prev* 2007 ; 115 : 2675-82.

Barbour KA, Miller NH. Adherence to exercise training in heart failure: a review. *Heart Fail Rev* 2008 ; 13 : 81-9.

Borlaug BA. Mechanisms of exercise intolerance in heart failure with preserved ejection fraction. *Circ J* 2013 ; 78 : 20-32.

Braith RW, Beck DT. Resistance exercise: training adaptations and developing a safe exercise prescription. *Heart Fail Rev* 2008 ; 13 : 69-79.

Burke LE, Ma J, Azar KM, *et al.* Current science on consumer use of mobile health for cardiovascular disease prevention: a scientific statement from the american heart association. *Circulation* 2015 ; 132 : 1157-213.

Cahalin LP, Chase P, Arena R, *et al.* A meta-analysis of the prognostic significance of cardiopulmonary exercise testing in patients with heart failure. *Heart Fail Rev* 2013 ; 18 : 79-94.

Caminiti G, Iellamo F, Manzi V, *et al.* Anabolic hormonal response to different exercise training intensities in men with chronic heart failure. *Int J Cardiol* 2014 ; 176 : 1433-34.

Canadian Cardiovascular Society Heart Failure Management Primary Panel, Moe GW, Ezekowitz JA, O'Meara E, *et al.* The 2013 Canadian Cardiovascular Society Heart Failure Management Guidelines Update : focus on rehabilitation and exercise and surgical coronary revascularization. *Can J Cardiol* 2014 ; 30 : 249-63.

Carvalho VO, Bocchi EA, Guimarães GV. Aerobic exercise prescription in adult heart transplant recipients: a review. *Cardiovasc Ther* 2011 ; 29 : 322-26.

Carvalho VO, Mezzani A. Aerobic exercise training intensity in patients with chronic heart failure: principles of assessment and prescription. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2011 ; 18 : 5-14.

Chan E, Giallauria F, Vigorito C, *et al.* Exercise training in heart failure patients with preserved ejection fraction: a systematic review and meta-analysis. *Monaldi Arch Chest Dis* 2016 ; 86 : 759-67.

Chien CL, Lee CM, Wu YW, *et al.* Home-based exercise increases exercise capacity but not quality of life in people with chronic heart failure: a systematic review. *Aust J Physiol* 2008 ; 54 : 87-93.

Ciolac EG, Castro RE, Greve JM, *et al.* Prescribing and regulating exercise with rpe after heart transplant: a pilot study. *Med Sci Sports Exerc* 2015 ; 47 : 1321-7.

Cipriano G Jr, Cipriano VT, da Silva VZ, *et al.* Aerobic exercise effect on prognostic markers for systolic heart failure patients: a systematic review and meta-analysis. *Heart Fail Rev* 2014 ; 19 : 655-67.

Cohn JN, Tognoni G. Valsartan heart failure trial investigators. a randomized trial of the angiotensin-receptor blocker valsartan in chronic heart failure. *N Engl J Med* 2001 ; 345 : 1667-75.

Compostella L, Russo N, Setzu T, *et al.* A practical review for cardiac rehabilitation professionals of continuous-flow left ventricular assist devices: historical and current perspectives. *J Cardiopulm Rehabil Prev* 2015 ; 35 : 301-11.

Conraads VM, Deaton C, Piotrowicz E, *et al.* Adherence of heart failure patients to exercise: barriers and possible solutions: a position statement of the Study group on exercise training in heart failure of the HFA of the ESC. *Eur J Heart Fail* 2012 ; 14 : 451-8.

Cornelis J, Beckers P, Taeymans J, *et al.* Comparing exercise training modalities in heart failure: A systematic review and meta-analysis. *Int J Cardiol* 2016 ; 221 : 867-76.

Corra U, Giannuzzi P, Adamopoulos S, *et al.* Executive summary of the position paper of the working group on cardiac rehabilitation and exercise physiology of the European society of cardiology (ESC): core components of cardiac rehabilitation in chronic heart failure. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2005 ; 12 : 321-5.

Cramer H, Lauche R, Haller H, *et al.* A systematic review of yoga for heart disease. *Eur J Prev Cardiol* 2015 ; 22 : 284-95.

Dall CH, Gustafsson F, Christensen SB, *et al.* Effect of moderate- versus high-intensity exercise on vascular function, biomarkers and quality of life in heart transplant recipients: a randomized, crossover trial. *J Heart Lung Transplant* 2015 ; 34 : 1033-41.

Davies EJ, Moxham T, Rees K, *et al.* Exercise training for systolic heart failure: Cochrane systematic review and meta-analysis. *Eur J Heart Fail* 2010 ; 12 : 706-15.

Deka P, Pozehl B, Williams MA, *et al.* Adherence to recommended exercise guidelines in patients with heart failure. *Heart Fail Rev* 2017 ; 22 : 41-53.

Di Martino LD, Shea AM, Hernandez AF, *et al.* Use of guideline-recommended therapies for heart failure in the Medicare population. *Clin Cardiol* 2010 ; 33 : 400-5.

Dieberg G, Ismail H, Giallauria F, *et al.* Clinical outcomes and cardiovascular responses to exercise training in heart failure patients with preserved ejection fraction: a systematic review and meta-analysis. *J Appl Physiol* 2015 ; 119 : 726-33.

Doukky R, Mangla A, Ibrahim Z, *et al.* Impact of physical inactivity on mortality in patients with heart failure. *Am J Cardiol* 2016 ; 117 : 1135-43.

Downing J, Balady G. The role of exercise training in heart failure. *J Am Coll Cardiol* 2011 ; 58 : 561-69.

Duncan K, Pozehl B, Norman JF, *et al.* A self-directed adherence management program for patients with heart failure completing combined aerobic and resistance exercise training. *Appl Nurs Res* 2011 ; 24 : 207-14.

Echouffo-Tcheugui JB, Butler J, Yancy CY, *et al.* Association of physical activity or fitness with incident heart failure a systematic review and meta-analysis. *Circ Heart Fail* 2015 ; 8 : 853-61.

Evangelista LS, Berg J, Dracu K, *et al.* Relationship between psychosocial variables and compliance in patients with heart failure. *Heart Lung* 2001 ; 30 : 294-301.

Fleg JL, Cooper LS, Borlaug BA, *et al.* National heart, lung and blood institute working group. Exercise training as therapy for heart failure: current status and future directions. *Circ Heart Fail* 2015 ; 8 : 209-20.

Fleg JL. Salutory effects of high-intensity interval training in persons with elevated cardiovascular risk. *F1000 Research* 2016 ; 5(F1000 Faculty Rev) : 2254.

Fletcher GF, Ades PA, Kligfield P, *et al.* Exercise standards for testing and training: a scientific statement from the American heart association. *Circulation* 2013 ; 128 : 873-934.

Flynn KE, *et al.* for the HF-ACTION Investigators. Effects of exercise training on health status in patients with chronic heart failure HF-ACTION randomized controlled trial. *JAMA* 2009 ; 301 : 1451-9.

Franco G, Biagio F, Battista ZG, *et al.* for the ALERT-HF Investigators. ALERT-HF: adherence to guidelines in the treatment of patients with chronic heart failure. *J Cardiovasc Med (Hagerstown)* 2014 ; 15 : 491-7.

Franklin NC. Technology to promote and increase physical activity in heart failure. *Heart Fail Clin* 2015 ; 11 : 173-82.

Fukuta H, Goto T, Wakami K, *et al.* Effects of drug and exercise intervention on functional capacity and quality of life in heart failure with preserved ejection fraction: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Eur J Prevent Cardiol* 2016 ; 23 : 78-85.

Gayda M, Ribeiro PA, Juneau M, *et al.* Comparison of different forms of exercise training in patients with cardiac disease: where does high-intensity interval training fit? *Can J Cardiol* 2016 ; 32 : 485-94.

Gielen S, Laughlin MH, O'Conner C, *et al.* Exercise training in patients with heart disease: review of beneficial effects and clinical recommendations. *Prog Cardiovasc Dis* 2015 ; 57 : 347-55.

Giuliano C, Karahalios A, Neil C, *et al.* The effects of resistance training on muscle strength, quality of life and aerobic capacity in patients with chronic heart failure. A meta-analysis. *Int J Cardiol* 2017 ; 227 : 413-23.

Golwala H, Pandey A, Ju C, *et al.* Temporal trends and factors associated with cardiac rehabilitation referral among patients hospitalized with heart failure: findings from get with the guidelines-heart failure registry. *J Am Coll Cardiol* 2015 ; 66 : 917-26.

Hari Krishna B, Pal P, Pal GK, *et al.* A Randomized controlled trial to study the effect of yoga therapy on cardiac function and NTerminal Pro BNP in heart failure. *Int Med Ins* 2014 ; 9 : 1-6.

Haykowsky MJ, Brubaker PH, Stewart KP, *et al.* Effect of endurance training on the determinants of peak exercise oxygen consumption in elderly patients with stable compensated heart failure and preserved ejection fraction. *J Am Coll Cardiol* 2012 ; 60 : 120-8.

Haykowsky MJ, Timmons MP, Kruger C, *et al.* Meta-analysis of aerobic interval training on exercise capacity and systolic function in patients with heart failure and reduced ejection fractions. *Am J Cardiol* 2013 ; 111 : 1466-9.

Haykowsky MJ, Daniel KM, Bhella PS, *et al.* Heart failure: exercise-based cardiac rehabilitation: who, when, and how intense? *Can J Cardiol* 2016 ; 32(10S2) : S382-7.

Hirt MN, Muttardi A, Helms TM, *et al.* General practitioners' adherence to chronic heart failure guidelines regarding medication: the GP-HF study. *Clin Res Cardiol* 2016 ; 105 : 441-50.

Hsieh PL, Wu YT, Chao WJ. Effects of exercise training in heart transplant recipients: a meta-analysis. *Cardiology* 2011 ; 120 : 27-35.

Hwang R, Marwick T. Efficacy of home-based exercise programmes for people with chronic heart failure: a meta-analysis. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2009 ; 16 : 527-35.

Iliou MC, Blanchard JC, Lamar-Tanguy A, *et al.* Cardiac rehabilitation in patients with pacemakers and implantable cardioverter defibrillators. *Monaldi Arch Chest Dis* 2016 ; 86 : 756-62.

Irizarry Pagán EE, Vargas PE, López-Candales A. The clinical dilemma of heart failure with preserved ejection fraction: an update on pathophysiology and management for physicians. *Postgrad Med J* 2016 ; 92 : 346-55.

Isaksen K, Munk PS, Valborgland T, *et al.* Aerobic interval training in patients with heart failure and an implantable cardioverter defibrillator: a controlled study evaluating feasibility and effect. *Eur J Prevent Cardiol* 2015 ; 22 : 296-303.

Ismail H, McFarlane JR, Nojournian AH, *et al.* Clinical outcomes and cardiovascular responses to different exercise training intensities in patients with heart failure: a systematic review and meta-analysis. *JACC Heart Fail* 2013 ; 1 : 514-22.

Ismail H, McFarlane JR, Dieberg G, *et al.* Exercise training program characteristics and magnitude of change in functional capacity of heart failure patients. *Int J Cardiol* 2014 ; 171 : 62-5.

Jaarsma T, Klompstra L, Ben Gal T, *et al.* Increasing exercise capacity and quality of life of patients with heart failure through Wii gaming: the rationale, design and methodology of the HF-Wii study; a multicentre randomized controlled trial. *Eur J Heart Fail* 2015 ; 17 : 743-8.

Jehn M, Schmidt-Trucksäss A, Schuster T, *et al.* Daily walking performance as an independent predictor of advanced heart failure: Prediction of exercise capacity in chronic heart failure. *Am Heart J* 2009 ; 157 : 292-98.

Jewiss D, Ostman C, Smart NA. The effect of resistance training on clinical outcomes in heart failure: A systematic review and meta-analysis. *Int J Cardiol* 2016 ; 221 : 674-81.

Jung MH, Gustafsson F. Exercise in heart failure patients supported with a left ventricular assist device. *J Heart Lung Transplant* 2015 ; 34 : 489-96.

Kervio G, Ville NS, Leclercq C, *et al.* Cardiorespiratory adaptations during the six-minute walk test in chronic heart failure patients. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2004 ; 11 : 171-7.

Keteyian SJ, Leifer ES, Houston-Miller N, *et al.* for the HF-ACTION Investigators. Relation between volume of exercise and clinical outcomes in patients with heart failure. *J Am Coll Cardiol* 2012 ; 60 : 1899-905.

Keteyian SJ, Patel M, Kraus WE, *et al.* for the HF-ACTION Investigators. Variables measured during cardiopulmonary exercise testing as predictors of mortality in chronic systolic heart failure. *J Am Coll Cardiol* 2016 ; 67 : 780-89.

Kitzman DW, Brubaker PH, Herrington DM, *et al.* Effect of endurance exercise training on endothelial function and arterial stiffness in older patients with heart failure and preserved ejection fraction: a randomized, controlled, single-blind trial. *J Am Coll Cardiol* 2013 ; 62 : 584-92.

Klompstra L, Jaarsma T, Strömberg A. Exergaming to increase the exercise capacity and daily physical activity in heart failure patients: a pilot study. *BMC Geriatr* 2014 ; 14 : 119-23.

Klompstra L, Jaarsma T, Strömberg A. Physical activity in patients with heart failure: barriers and motivations with special focus on sex differences. *Patient Prefer Adherence* 2015 ; 9 : 1603-10.

Kokkinos P, Myers J. Exercise and physical activity: clinical outcomes and applications. *Circulation* 2010 ; 122 : 1637-48.

Kraai IH, Vermeulen KM, Luttik MLA, *et al.* Preferences of heart failure patients in daily clinical practice: quality of life or longevity? *Eur J Heart Fail* 2013 ; 15 : 1113-21.

Kugler C, Malehsa D, Schrader E, *et al.* A multi-modal intervention in management of left ventricular assist device outpatients: dietary counselling, controlled exercise and psychosocial support. *Eur J Cardiothorac Surg* 2012 ; 42 : 1026-32.

Lam CS, Donal E, Kaigher-Kainer E, *et al.* Epidemiology and clinical course of heart failure with preserved ejection fraction. *Eur J Heart Fail* 2011 ; 13 : 18-28.

Lavie CJ, Ross Arena R, Swift DL, *et al.* Exercise and the cardiovascular system: clinical science and cardiovascular outcomes. *Circ Res* 2015 ; 117 : 207-19.

Lazar JM, Khanna N, Chesler R, *et al.* Swimming and the heart. *Int J Cardiol* 2013 ; 168 : 19-26.

Lejczak A, Josiak K, Węgrzynowska-Teodorczyk K, *et al.* Nordic walking may safely increase the intensity of exercise training in healthy subjects and in patients with chronic heart failure. *Adv Clin Exp Med* 2016 ; 25 : 145-9.

Lesman-Leegte I, van Veldhuisen DJ, Hillege HL, *et al.* Depressive symptoms and outcomes in patients with heart failure: data from the COACH study. *Eur J Heart Fail* 2009 ; 11 : 1202-7.

Lewinter C, Doherty P, Gale CP, *et al.* Exercise-based cardiac rehabilitation in patients with heart failure: a meta-analysis of randomised controlled trials between 1999 and 2013. *Eur J Prev Cardiol* 2015, 22 : 1504-12.

Lindenfeld J, Albert NM, Boehmer JP, *et al.* HFSA 2010 comprehensive heart failure practice guideline. *J Card Fail* 2010 ; 16 : e1-e194.

Lindwall M, Rennemark M, Halling A, *et al.* Depression and exercise in elderly men and women: findings from the Swedish national study on aging and care. *J Aging Phys Act* 2007 ; 15 : 41-55.

Loyaga-Rendon RY, Plaisance EP, Arena R, *et al.* Exercise physiology, testing, and training in patients supported by a left ventricular assist device. *J Heart Lung Transplant* 2015 ; 34 : 1005-16.

Luttik ML, Lesman-Leegte I, Jaarsma T. Quality of life and depressive symptoms in heart failure patients and their partners: the impact of role and gender. *J Card Fail* 2009 ; 15 : 580-5.

Marko C, Danzinger G, Käferbäck M, *et al.* Safety and efficacy of cardiac rehabilitation for patients with continuous flow left ventricular assist devices. *Eur J Prevent Cardiol* 2015 ; 22 : 1378-84.

McKelvie RS. Exercise training in patients with heart failure: clinical outcomes, safety, and indications. *Heart Fail Rev* 2008 ; 13 : 3-11.

Meyer K. Resistance exercise in chronic heart failure: landmark studies and implications for practice. *Clin Invest Med* 2006 ; 29 : 166-9.

Mezzani A, Hamm LF, Jones AM, *et al.* Aerobic exercise intensity assessment and prescription in cardiac rehabilitation: a joint position statement of the European association for cardiovascular prevention and rehabilitation, the American association of cardiovascular and pulmonary rehabilitation and the Canadian association of cardiac rehabilitation. *Eur J Prevent Cardiol* 2013 ; 20 : 442-67.

Mommersteeg PM, Denollet J, Spertus JA, *et al.* Health status as a risk factor in cardiovascular disease: a systematic review of current evidence. *Am Heart J* 2009 ; 157 : 208-18.

Monk-Hansen T, Dall CH, Christensen SB, *et al.* Interval training does not modulate diastolic function in heart transplant recipients. *Scand Cardiovasc J* 2014 ; 48 : 91-98.

- Mosterd A and Hoes AW. Clinical epidemiology of heart Failure. *Heart* 2007 ; 93 : 1137-46.
- Myers J, Prakash M, Froelicher V, *et al.* Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. *N Engl J Med* 2002 ; 14 ; 346 : 793-801.
- Myers J, Arena R, Cahalin LP, *et al.* Cardiopulmonary exercise testing in heart failure. *Curr Probl Cardiol* 2015a ; 40 : 322-72.
- Myers J, Brawner CA, Haykowsky MJ, *et al.* Prognosis: does exercise training reduce adverse events in heart failure? *Heart Fail Clin* 2015b ; 11 : 59-72.
- Naci H, Ioannidis JPA. Comparative effectiveness of exercise and drug interventions on mortality outcomes: meta-epidemiological study. *Br J Sports Med* 2015 ; 49 : 1414-22.
- Naylor M, Vasan RS. Preventing heart failure: the role of physical activity. *Curr Opin Cardiol* 2015 ; 3 : 543-50.
- Neto GM, Menezes MA, Oliveira Carvalho V. Dance therapy in patients with chronic heart failure: a systematic review and a meta-analysis. *Clin Rehabil* 2014a ; 28 : 1172-79.
- Neto GM, Rodrigues-Jr ES, Silva-Jr WM, *et al.* Effects of yoga in patients with chronic heart failure: a meta-analysis. *Arq Bras Cardiol* 2014b ; 103 : 433-39.
- Nytrøen K, Rustad LA, Aukrust P, *et al.* High-intensity interval training improves peak oxygen uptake and muscular exercise capacity in heart transplant recipients. *Am J Transplant* 2012 ; 12 : 3134-42.
- Nytrøen K, Gullestad L. Exercise after heart transplantation : an overview. *World J Transplant* 2013 ; 3 : 78-90.
- Nytrøen K, Rustad LA, Erikstad I, *et al.* Effect of high-intensity interval training on progression of cardiac allograft vasculopathy. *J Heart Lung Transplant* 2013 ; 32 : 1073-80.
- O'Connor CM, *et al.* for the HF-ACTION investigators. Efficacy and safety of exercise training in patients with chronic heart failure HF Action randomized controlled trial. *JAMA* 2009 ; 301, 1439-50.
- Oerkild B, Frederiksen M, Hansen JF, *et al.* Self-reported physical inactivity predicts survival after hospitalization for heart disease. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2011 ; 18 : 475-80.
- Olsson LG, Swedberg K, Clark AL, *et al.* Six minute corridor walk test as an outcome measure for the assessment of treatment in randomized, blinded intervention trials of chronic heart failure: a systematic review. *Eur Heart J* 2005 ; 26 : 778-93.
- Ostman C, Jewiss D, Smart NA. The effect of exercise training intensity on quality of life in heart failure patients: a systematic review and meta-analysis. *Cardiology* 2016 ; 136 : 79-89.
- Pahl E. Physical rehabilitation should be required for all pediatric heart transplant recipients. *Am J Transplant* 2012 ; 12 : 2157-63.

Palau P, Nunez E, Dominguez E, *et al.* Physical therapy in heart failure with preserved ejection fraction: A systematic review. *Eur J Prevent Cardiol* 2016 ; 23 : 4-13.

Pan L, Yan JH, Guo YZ, *et al.* Effects of Tai Chi training on exercise capacity and quality of life in patients with chronic heart failure : a meta-analysis. *Eur J Heart Fail* 2013 ; 15 : 316-23.

Pandey A, Parashar A, Kumbhani DJ, *et al.* Exercise training in patients with heart failure and preserved ejection fraction: meta-analysis of randomized control trials. *Circ Heart Fail* 2015 ; 8 : 33-40.

Pascoalino LN, Ciolac EG, Tavares AC, *et al.* Exercise training improves ambulatory blood pressure but not arterial stiffness in heart transplant recipients. *J Heart Lung Transplant* 2015 ; 34 : 693-700.

Patel JN, Kavey RE, Pophal SG, *et al.* Improved exercise performance in pediatric heart transplant recipients after home exercise training. *Pediatr Transplant* 2008 ; 12 : 336-40.

Pavy B, Iliou MC, Vergès-Patois B, *et al.* French society of cardiology guidelines for cardiac rehabilitation in adults. Exercise, rehabilitation sport group (GERS); French society of cardiology. *Arch Cardiovasc Dis* 2012 ; 105 : 309-28.

Pedersen BK, Saltin B. Exercise as medicine: evidence for prescribing exercise as therapy in 26 different chronic diseases. *Scand J Med Sci Sports* 2015 ; 25 (suppl 3) : 1-72.

Pfeffer MA, Swedberg K, Granger CB, *et al.* Effects of candesartan on mortality and morbidity in patients with chronic heart failure: the CHARM-Overall programme. *Lancet* 2003 ; 362 : 759-66.

Piccini JP, Hellkamp AS, Whellan DJ, *et al.* for the HF-ACTION Investigators. Exercise training and implantable cardioverter-defibrillator shocks in patients with heart failure: results from HF-ACTION (Heart Failure and A Controlled Trial Investigating Outcomes of Exercise TraiNing). *JACC Heart Fail* 2013 ; 1 : 142-8.

Piepoli MF, Davos C, Francis DP, *et al.* for the ExTraMATCH Collaborative. Exercise training meta-analysis of trials in patients with chronic heart failure (ExTraMATCH). *BMJ* 2004 ; 328 : 189-92.

Piepoli MF, Corra U, Benzer W, *et al.* Secondary prevention through cardiac rehabilitation: from knowledge to implementation. A position paper from the cardiac rehabilitation section of the European association of cardiovascular prevention and rehabilitation. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2010 ; 17 : 1-17.

Piña IL, Bittner V, Clare RM, *et al.* for the HF-ACTION Investigators. Effects of exercise training on outcomes in women with heart failure: analysis of HF-ACTION (Heart Failure-A Controlled Trial Investigating Outcomes of Exercise TraiNing) by sex. *JACC Heart Fail* 2014 ; 2 : 180-6.

Piotrowicz E, Korzeniowska-Kubacka I, Chrapowicka A, *et al.* Feasibility of home-based cardiac telerehabilitation: results of TeleInterMed study. *Cardiol J* 2014 ; 21 : 539-46.

- Piotrowicz E, Stepnowska M, Leszczyńska-Iwanicka K, *et al.* Quality of life in heart failure patients undergoing home-based telerehabilitation versus outpatient rehabilitation: a randomized controlled study. *Eur J Cardiovasc Nurs* 2015b ; 14 : 256-63.
- Piotrowicz E, Zieliński T, Bodalski R, *et al.* Home-based telemonitored Nordic walking training is well accepted, safe, effective and has high adherence among heart failure patients, including those with cardiovascular implantable electronic devices: a randomised controlled study. *Eur J Prev Cardiol* 2015a ; 22 : 1368-77.
- Piotrowicz E, Piepoli MF, Jaarsma T, *et al.* Telerehabilitation in heart failure patients: the evidence and the pitfalls. *Int J Cardiol* 2016 ; 220 : 408-13.
- Pocock SJ, Assmann SE, Enos LE, *et al.* Subgroup analysis, covariate adjustment and baseline comparisons in clinical trial reporting: current practice and problems. *Stat Med* 2002 ; 21 : 2917-30.
- Ponikowski P, Voors AA, Anker SD, *et al.* 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: The task force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European society of cardiology (ESC) developed with the special contribution of the Heart failure association (HFA) of the ESC. *Eur Heart J* 2016 ; 37 : 2129-200.
- Pozehl B, McGuire R, Norman J. Team-based care for cardiac rehabilitation and exercise training in heart failure. *Heart Fail Clin* 2015 ; 11 : 431-49.
- Price KJ, Gordon BA, Bird SR, *et al.* A review of guidelines for cardiac rehabilitation exercise programmes: is there an international consensus? *Eur J Prev Cardiol* 2016 ; 23 : 1715-33.
- Pullen PR, Nagamia SH, Mehta PK, *et al.* Effects of yoga on inflammation and exercise capacity in patients with chronic heart failure. *J Card Fail* 2008 ; 14 : 407-13.
- Pullen PR, Thompson WR, Benardot D, *et al.* Benefits of yoga for African American heart failure patients. *Med Sci Sports Exerc* 2010 ; 42 : 651-7.
- Rasekaba T, Lee AL, Naughton MT, *et al.* The six-minute walk test: a useful metric for the cardiopulmonary patient. *Intern Med J* 2009 ; 39 : 495-501.
- Rogers C, Bush N. Heart Failure: pathophysiology, diagnosis, medical treatment guidelines, and nursing management. *Nurs Clin North Am* 2015 ; 50 : 787-99.
- Ross R, Blair SN, Arena R, *et al.* Importance of assessing cardiorespiratory fitness in clinical practice: a case for fitness as a clinical vital sign: a scientific statement from the American heart association. *Circulation* 2016 ; 134 : e653-99.
- Rustad LA, Nytrøen K, Amundsen BH, *et al.* One year of high-intensity interval training improves exercise capacity, but not left ventricular function in stable heart transplant recipients: a randomised controlled trial. *Eur J Prevent Cardiol* 2014 ; 21 : 181-91.
- Sabaté E. *Adherence to long-term therapies: evidence for action.* Geneva : World Health Organization, 2003 : 212 p.
- Safiyari-Hafizi H, Taunton J, Ignaszewski A, *et al.* The health benefits of a 12-week home-based interval training cardiac rehabilitation program in patients with heart failure. *Can J Cardiol* 2016 ; 32 : 561-7.

Samayoa L, Grace SL, Gravely S, *et al.* Sex differences in cardiac rehabilitation enrollment: a meta-analysis. *Can J Cardiol* 2014 ; 30 : 793-800.

Smart N, Marwick TH. Exercise training for patients with heart failure: a systematic review of factors that improve mortality and morbidity. *Am J Med* 2004 ; 116 : 693-706.

Smart NA, Steele M. Systematic review of the effect of aerobic and resistance exercise training on systemic brain natriuretic peptide (BNP) and N-terminal BNP expression in heart failure patients. *Int J Cardiol* 2010 ; 140 : 260-5.

Smart NA, Steele M. The effect of physical training on systemic proinflammatory cytokine expression in heart failure patients : a systematic review. *Congest Heart Fail* 2011 ; 17 : 110-4.

Smart NA, Meyer T, Butterfield JA, *et al.* Individual patient meta-analysis of exercise training effects on systemic brain natriuretic peptide expression in heart failure. *Eur J Prev Cardiol* 2012 ; 19 : 428-35.

Smart NA, Dieberg G, Giallauria F. Intermittent versus continuous exercise training in chronic heart failure: a meta-analysis. *Int J Cardiol* 2013a ; 166 : 352-8.

Smart NA, Giallauria F, Dieberg G. Efficacy of inspiratory muscle training in chronic heart failure patients: a systematic review and meta-analysis. *Int J Cardiol* 2013b ; 167 : 1502-7.

Smart NA, Dieberg G, Giallauria F. Functional electrical stimulation for chronic heart failure: a meta-analysis. *Int J Cardiol* 2013c ; 167 : 80-6.

Smart NA. How do cardiorespiratory fitness improvements vary with physical training modality in heart failure patients? A quantitative guide. *Exp Clin Cardiol* 2013d ; 18 : e21-5.

Smith Jr SC, Allen J, Blair SN, *et al.* AHA/ACC guidelines for secondary prevention for patients with coronary and other atherosclerotic vascular disease: 2006 update: endorsed by the national heart, lung, and blood institute. *Circulation* 2006 ; 113 : 2363-72.

Smolis-Bąk E, Dąbrowski R, Piotrowicz E, *et al.* Hospital-based and telemonitoring guided home-based training programs: effects on exercise tolerance and quality of life in patients with heart failure (NYHA class III) and cardiac resynchronization therapy. A randomized, prospective observation. *Int J Cardiol* 2015 ; 199 : 442-7.

Squires RW. Exercise therapy for cardiac transplant recipients. *Prog Cardiovasc Dis* 2011 ; 53 : 429-36.

Sun XG. Rehabilitation practice patterns for patients with heart failure: the Asian perspective. *Heart Fail Clin* 2015 ; 11 : 95-104.

Swank AM, Horton J, Fleg JL, *et al.* for the HF-ACTION Investigators. Modest increase in peak $\dot{V}O_2$ is related to better clinical outcomes in chronic heart failure patients: results from heart failure and a controlled trial to investigate outcomes of exercise training. *Circ Heart Fail* 2012 ; 5 : 579-85.

Tabet JY, Meurin P, Beauvais F, *et al.* Absence of exercise capacity improvement after exercise training program: a strong prognostic factor in patients with chronic heart failure. *Circ Heart Fail* 2008 ; 1 : 220-6.

Tabet JY, Meurin P, Benzidi Y, *et al.* Greater prognostic value of peak $\dot{V}O_2$ after exercise training program completion in heart failure patients. *Int J Cardiol* 2013 ; 168 : 4139-44.

Taylor RS, Sagar VA, Davies EJ, *et al.* Exercise-based rehabilitation for heart failure. *Cochrane Database Syst Rev* 2014 : CD003331.

Taylor RS, Dalal H, Jolly K, *et al.* Home-based versus centre-based cardiac rehabilitation. *Cochrane Database Syst Rev* 2015 : CD007130.

Thomas RJ, King M, Lui K, *et al.* AACVPR/ACC/AHA 2007 performance measures on cardiac rehabilitation for referral to and delivery of cardiac rehabilitation/secondary prevention services endorsed by the American college of chest physicians, American college of sports medicine, American physical therapy association, Canadian association of cardiac rehabilitation, European association for cardiovascular prevention and rehabilitation, inter-American heart foundation, national association of clinical nurse specialists, preventive cardiovascular nurses association, and the society of thoracic surgeons. *J Am Coll Cardiol* 2007 ; 50 : 1400-33.

Tierney S, Mamas M, Skelton D, *et al.* What can we learn from patients with heart failure about exercise adherence? A systematic review of qualitative papers. *Health Psychol* 2011 ; 30 : 401-10.

Uddin J, Zwisler AD, Lewinter C, *et al.* Predictors of exercise capacity following exercise-based rehabilitation in patients with coronary heart disease and heart failure: a meta-regression analysis. *Eur J Prev Cardiol* 2016 ; 23 : 683-93.

Ulbrich AZ, Angarten VG, Netto AS, *et al.* Comparative effects of high intensity interval training versus moderate intensity continuous training on quality of life in patients with heart failure: study protocol for a randomized controlled trial. *Clin Trials Regul Sci Cardiol* 2016 ; 13 : 21-8.

Valero-Elizondo J, Salami JA, Osondu CU, *et al.* Economic impact of moderate-vigorous physical activity among those with and without established cardiovascular disease: 2012 medical expenditure panel survey. *J Am Heart Assoc* 2016 ; 5 : e003614.

Van der Meer S, Zwerink M, van Brussel M, *et al.* Effect of outpatient exercise training programmes in patients with chronic heart failure: a systematic review. *Eur J Prevent Cardiol* 2012 ; 19 : 795-803.

Van der Wal MH, van Veldhuisen DJ, Veeger NJ, *et al.* Compliance with non pharmacological recommendations and outcome in heart failure patients. *Eur Heart J* 2010 ; 31 : 1486-93.

Van Tol BAF, Huijsmans RJ, Kroon DW, *et al.* Effects of exercise training on cardiac performance, exercise capacity and quality of life in patients with heart failure: a meta-analysis. *Eur J Heart Fail* 2006 ; 8 : 841-50.

Volaklis KA, Tokmakidis SP. Resistance exercise training in patients with heart failure. *Sports Med* 2005 ; 35 : 1085-103.

Vromen T, Kraal JJ, Kuiper J, *et al.* The influence of training characteristics on the effect of aerobic exercise training in patients with chronic heart failure: a meta-regression analysis. *Int J Cardiol* 2016 ; 208 : 120-7.

Whellan DJ, O'Connor CM, Lee KL, *et al.* for the HF-ACTION Trial Investigators. Heart failure and a controlled trial investigating outcomes of exercise training (HF-ACTION): design and rationale. *Am Heart J* 2007 ; 153 : 201-11.

Whellan DJ, Nigam A, Arnold M, *et al.* Benefit of exercise therapy for systolic heart failure in relation to disease severity and etiology-findings from the heart failure and a controlled trial investigating outcomes of exercise training study. *Am Heart J* 2011 ; 162 : 1003-10.

Wisløff U, Støylen A, Loennechen JP, *et al.* Superior cardiovascular effect of aerobic interval training versus moderate continuous training in heart failure patients: a randomized study. *Circulation* 2007 ; 115 : 3086-94.

Yancy CW, Jessup M, Bozkurt B, *et al.* 2013 ACCF/AHA guideline for the management of heart failure: a report of the American college of cardiology foundation/American heart association task force on practice guidelines. *J Am Coll Cardiol* 2013 ; 62 : e147-239.

Yardley M, Gullestad L, Bendz B, *et al.* Long-term effects of high-intensity interval training in heart transplant recipients: a 5-year follow-up study of a randomized controlled trial. *Clin Transplant* 2016b ; doi : 10.1111/ctr.12868.

Yardley M, Havik OE, Grov I, *et al.* Peak oxygen uptake and self-reported physical health are strong predictors of long-term survival after heart transplantation. *Clin Transplant* 2016a ; 30 : 161-9.

Zwisler AD, Norton RJ, Dean SG, *et al.* Home-based cardiac rehabilitation for people with heart failure: A systematic review and meta-analysis. *Int J Cardiol* 2016 ; 221 : 963-9.

11

Artériopathie oblitérante des membres inférieurs

L'artériopathie oblitérante des membres inférieurs (AOMI) est caractérisée par un rétrécissement du calibre des artères à destination des membres inférieurs, causé par l'athérosclérose, entraînant une claudication intermittente (Haas et coll., 2012). Son meilleur témoin est la chute du rapport entre la pression artérielle systolique mesurée à la cheville et la pression artérielle systolique humérale : ce rapport est nommé indice de pression systolique (IPS) (Haute Autorité de santé, 2006). Les personnes atteintes d'AOMI sont souvent limitées dans la vitesse et la durée de leurs déplacements à pied (Aggarwal et coll., 2016). La prévalence de cette maladie est à la hausse, touchant environ 2 % des personnes de plus de 55 ans et pouvant atteindre 40 % après 80 ans, tous sexes confondus (Beckman et coll., 2006). L'AOMI est une situation clinique associée à une augmentation très élevée du risque de morbi-mortalité (Haas et coll., 2012). Ce risque est similaire entre les patients vasculaires symptomatiques et asymptomatiques (Diehm et coll., 2009).

La rééducation vasculaire est considérée comme le traitement de première intention pour les patients atteints de maladies périphériques artérielles avec une claudication intermittente. Elle est principalement basée sur l'activité de marche, sur l'éducation thérapeutique du patient et sur la gymnastique adaptée (Anderson et coll., 2013). Elle est très souvent mise en place conjointement avec le traitement médical dès le stade de claudication, avant même d'envisager une revascularisation (Norgren et coll., 2007). Elle est indiquée dans l'ischémie d'effort, en particulier pour les lésions fémorales (Spronk et coll., 2008a et 2008b), l'ischémie de repos chez un patient présentant une contre-indication opératoire, dans les suites de chirurgie ou de techniques endovasculaires (Bendermacher et coll., 2006). Les sociétés savantes américaines et européennes préconisent la réadaptation au plus haut niveau de recommandation (IA) comme premier traitement de l'AOMI au stade de l'ischémie d'effort quel que soit le niveau de lésions (Hirsch et coll., 2006), à l'exception de la Haute Autorité de santé (Haute Autorité de santé,

2006) qui attribue à la réadaptation un niveau de recommandation de grade B.

En général, trois différents modèles d'organisation sont décrits dans la littérature :

- une simple recommandation à l'entraînement à la marche ;
- un programme d'exercices supervisés ;
- un programme d'exercices que le patient va exécuter d'une manière autonome à son domicile.

Bénéfices de la pratique d'une activité physique

Sur la mortalité

La capacité fonctionnelle de base du patient artéritique est corrélée à la mortalité (McDermott et coll., 2008), de même qu'une dégradation de cette capacité sur une période de deux ans (Jain et coll., 2013). Chez des patients symptomatiques, la détérioration des capacités à se déplacer est associée à un statut cognitif altéré (Gardner et coll., 2016b) et à des niveaux élevés des marqueurs biologiques inflammatoires et de stress oxydatif (Gardner et coll., 2016a). Si l'exercice physique, et l'entraînement à la marche en particulier, joue un rôle fondamental dans la prise en charge du patient AOMI ayant bénéficié ou non d'un geste de revascularisation, le temps passé dans des activités sédentaires est à l'inverse associé à un profil inflammatoire et cardiométabolique détérioré (Farah et coll., 2016). De manière générale, il est admis qu'un programme de rééducation vasculaire de trois mois basé principalement sur des exercices de marche et de gymnastique segmentaire réduit la morbidité (Sakamoto et coll., 2009), la mortalité totale et cardiovasculaire des patients artéritiques symptomatiques (Gardner et coll., 2008) et asymptomatiques (McDermott et coll., 2009). La mortalité cardiovasculaire est également influencée favorablement, puisqu'elle est abaissée de près de 24 % (Burns et coll., 2003).

Sur la distance de marche et la qualité de vie

Une récente revue *Cochrane* a montré que l'activité physique améliore la distance de marche sans douleur, ainsi que la distance de marche maximale parcourue d'au moins 100 % chez les patients artéritiques (Watson et coll., 2008). Dans la méta-analyse la plus connue et qui fait toujours référence, la rééducation vasculaire permettait à court terme d'augmenter la distance de

marche de 180 % (Gardner et Poehlman, 1995). Ceci a été confirmé en 2014 puisqu'une autre méta-analyse incluant 1 816 patients pratiquant tout type d'exercices, supervisés ou non, confirme une augmentation moyenne de plus de 100 m de la distance de marche maximale, associée une amélioration des scores de qualité de vie avec un bénéfice maintenu à 1 an (Lane et coll., 2014). Ceci avait déjà fait l'objet en 2008 d'une revue *Cochrane* qui soulignait la supériorité de la marche au traitement médical (Watson et coll., 2008).

Si les résultats sur les lésions fémorales se révèlent être les plus positifs parmi les différentes lésions observées dans l'AOMI, la distance de marche peut être aussi améliorée pour les lésions iliaques, classiquement considérées comme plus difficiles à améliorer par la marche (Murphy et coll., 2012). Une équipe hollandaise a d'ailleurs démontré que le niveau minimal d'amélioration ou de détérioration de la distance de marche était respectivement de 305 et 147 mètres pour que ces variations soient cliniquement pertinentes chez les patients atteints d'une claudication intermittente et qui ont participé à un entraînement supervisé de trois mois (van den Houten et coll., 2016). Une autre méta-analyse parue récemment incluant 47 essais randomisés contrôlés (ERC) a permis de confirmer que l'activité physique est associée à une augmentation significative du $\dot{V}O_{2pic}$ (avec une différence moyenne de $0,62 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ par rapport au traitement habituel), de la distance totale de marche (+ 34,9 m), suggérant un gain indéniable sur la santé cardio-respiratoire sans toutefois avoir d'effet sur l'index de pression systolique ($p = 0,12$) et la fonction endothéliale ($p = 0,96$) (Parmenter et coll., 2015b).

Comme pour la maladie coronaire, la dépense énergétique induite par l'activité physique participe à la correction des facteurs de risque cardiovasculaires, et diminue les symptômes d'anxiété (Casillas et coll., 2011) et de dépression (Murphy et coll., 2012). Par ailleurs, la composante physique de la qualité de vie (différence moyenne $-0,55$; $p = 0,14$) est elle aussi améliorée par l'exercice physique, quel que soit le type d'activité, comme le démontre une autre méta-analyse récente, sans toutefois améliorer les scores de santé mentale (Parmenter et coll., 2015a).

Les mécanismes explicatifs

Ces résultats s'expliquent par de multiples facteurs physiopathologiques (Correia et coll., 2015). Certains travaux mettent en avant le rôle du remodelage vasculaire dans les échanges d'oxygène à la faveur d'une dilatation des vaisseaux existants et de la création de néo-vaisseaux avec une sensibilité accrue aux facteurs de croissance, tels que le VEGF (*Vascular Endothelial Growth*

Factor) (Stewart et coll., 2008). Bien que la majorité des études montrent que l'activité physique entraîne une hypoxie localisée dans les zones ischémiques provoquant ainsi une augmentation de l'expression des médiateurs de l'angiogenèse, notamment du VEGF (Gustafsson et coll., 2001), il est nécessaire de rester prudent car des données récentes viennent challenger voire contredire cette hypothèse explicative (Jones et coll., 2012).

L'activité physique engendre une augmentation de la vitesse du flux sanguin, celle-ci va induire en amont de la plaque une augmentation des forces de cisaillements, qui vont être responsables de l'augmentation du nombre de cellules pro-génitrices endothéliales circulantes (Sandri et coll., 2005). Le *shear stress* au niveau de l'endothélium des collatérales préexistantes joue vraisemblablement un rôle assez important, car il induit une augmentation des monoxydes d'azote (eNOS, NO) et des prostacyclines, qui expriment des propriétés à la fois vasodilatatrices et vasoprotectrices (Niebauer et Cooke, 1996).

Enfin, l'autre mécanisme explicatif repose sur des modifications métaboliques attribuées à l'exercice physique, avec une augmentation des capacités oxydatives musculaires (Stewart et coll., 2002) et une réduction de la glycolyse anaérobie (Beckitt et coll., 2012) et ce, associé à une amélioration des facteurs biomécaniques qui favorisent un meilleur rendement à la marche. Toutefois, les mécanismes expliqués précédemment ne s'accompagnent pas de modifications des indices de pression systolique (IPS) ou de la mesure de pression transcutanée (T_{cp}O₂) comme cela a été bien démontré dans une méta-analyse compilant 33 essais et les données de 1 237 patients (Parmenter et coll., 2010).

En résumé, la littérature s'accorde sur l'amélioration des facteurs biomécaniques, de la fonction endothéliale, de la fonction mitochondriale musculaire, des paramètres inflammatoires, sur une réduction de la viscosité du sang et sur une très légère stimulation de l'angiogenèse (Hamburg et Balady, 2011). Tout ceci concourt à repousser le seuil d'apparition de la douleur, favorisant ainsi l'adhésion du patient à ce traitement non pharmacologique (Gardner et Afaq, 2008).

Évaluation de l'aptitude physique à la pratique

Épreuve d'effort à intensité constante sur tapis roulant (test de *Strandness*)

Ce test est réalisé sur tapis roulant selon le protocole décrit par Strandness (Strandness, 1970). Il débute par la mesure des pressions au repos sur les

deux chevilles. La vitesse de marche est constante (3,2 km/h) et la pente est fixée à 10 %. Cet examen, validé et classiquement réalisé en rééducation vasculaire chez le patient AOMI, permet d'évaluer de manière quantitative et reproductible les répercussions hémodynamiques liées à l'AOMI. L'épreuve de marche est généralement arrêtée quand le sujet ne peut plus poursuivre son effort (douleur dans les membres inférieurs). Le test se termine par une mesure des pressions aux deux chevilles juste après l'exercice.

Test-300 m sur tapis roulant

Il s'agit d'une épreuve de marche sur tapis roulant à intensité constante (test-300 m). Cet examen est très utilisé dans les centres de rééducation (Labrunee et coll., 2015). Pour ce test, la vitesse et la pente du tapis sont ajustées de manière arbitraire pour faire apparaître la claudication au bout d'une distance de 300 m. Cinq pré-tests de marche successifs (avec période de récupération passive de 5 minutes entre les tests) sont nécessaires pour obtenir ces paramètres de réglage du tapis roulant. Une fois ces caractéristiques établies, elles permettront de prescrire précisément la séance de marche.

Épreuve d'effort cardiorespiratoire maximale

Elle permet d'effectuer un bilan cardiovasculaire et pulmonaire sur cycloergomètre pour aider à la prescription des exercices d'endurance autres que la marche. Elle peut aussi servir comme alternative aux tests diagnostiques habituellement effectués sur tapis roulant. Une étude récente a d'ailleurs démontré que les indices de pression systolique (IPS) obtenus après les tests d'efforts maximaux et sous-maximaux effectués sur bicyclette n'étaient pas différents des valeurs mesurées avec le test standard sur tapis roulant (Fokkenrood et coll., 2014a). Par ailleurs, ce test présente un intérêt pour la détection d'une maladie coronaire chez ces patients à haut risque cardiovasculaire.

Efficacité des programmes d'activité physique

Comparaison des programmes d'activité physique au traitement endovasculaire

Si l'angioplastie avec implantation de *stent* est une option de traitement pour la maladie artérielle périphérique, son efficacité a été comparée à maintes

reprises aux exercices physiques. Dans une étude prospective randomisée, la distance de claudication et la distance de marche maximale étaient significativement plus grandes à long terme chez les patients marcheurs, par rapport à ceux qui avaient subi une angioplastie (Perkins et coll., 2011). Dans une revue *Cochrane*, une amélioration plus importante de la distance de marche est observée dans les premiers mois dans le groupe angioplastie, mais le résultat est ensuite identique dans les deux groupes, quel que soit le niveau de lésions (Fowkes et Leng, 2008). Sur ce sujet, c'est l'essai Clever qui fait couler le plus d'encre. Dans cette étude, il a été comparé, chez 111 patients ayant une claudication intermittente et des lésions aorto-iliaques isolées, l'efficacité d'une prise en charge par angioplastie et *stent* à un programme d'entraînement à la marche supervisé (Murphy et coll., 2012). L'amélioration de la durée de marche maximale à 6 mois, à 1 an et à 2 ans était significativement supérieure dans le groupe « exercice supervisé », alors que l'amélioration de la qualité de vie était plus importante dans le groupe « angioplastie et *stent* ». De même, un autre essai randomisé a été publié en 2015 ; il visait à comparer les effets d'un programme de marche seul avec ceux d'un programme combinant revascularisation et marche, chez 212 patients claudicants (Fakhry et coll., 2015). Le protocole était original car il était supervisé de manière dégressive pendant un an, à savoir 3 séances par semaine les trois premiers mois, puis une séance par semaine entre 3 et 6 mois, pour atteindre une séance par mois jusqu'à la fin du programme d'une durée d'un an. Si le groupe non-revascularisé a progressé tout au long du programme, le groupe revascularisé a vu sa distance de marche s'améliorer significativement le premier mois puis rester quasiment inchangée jusqu'à la fin du programme. Par conséquent et conformément aux recommandations édictées par la Haute Autorité de santé, la question d'un geste de revascularisation, chirurgical ou endovasculaire, se pose seulement en cas de handicap sévère et lorsqu'un programme d'entraînement à la marche n'est pas possible, ou en cas d'absence de réponse à l'exercice physique après 3 mois (Haute Autorité de santé, 2006).

Le coût de la thérapie doit également être pris en compte lors de la planification d'une stratégie spécifique au traitement de l'AOMI symptomatique (Olin et coll., 2016). Dans le cadre d'un essai randomisé néerlandais, la revascularisation endovasculaire a présenté un bénéfice clinique similaire au programme d'exercice supervisé, mais elle présentait des coûts cumulés plus élevés par patient (Spronk et coll., 2008a). Dans une autre étude néerlandaise portant sur une base de données de 4 954 patients, il a été démontré qu'une approche échelonnée de l'exercice physique suivie d'une revascularisation endovasculaire était plus coût-efficace que la revascularisation seule (Fokkenrood et coll., 2014b).

Pour avoir un ordre d'idée, d'après l'étude de Treesak et coll. (2004), les coûts associés à un programme de trois mois sont de 24 dollars par mètre gagné, tandis que ce coût est de 61 dollars pour le traitement par angioplastie (Treesak et coll., 2004). Ceci a été confirmé par un programme de 18 jours mené en Italie qui démontrait un coût de 46 euros par mètre gagné (Andreozzi et coll., 2008). En résumé, la rééducation vasculaire basée sur la marche et des exercices gymniques spécifiques présente un rapport coût/efficacité plus pertinent que le traitement endovasculaire (Spronk et coll., 2008a).

Programmes d'activités physiques supervisés

La majorité des activités physiques supervisées consiste à utiliser la marche sur piste ou tapis roulant (Murphy et coll., 2012). La vitesse et la pente du tapis sont fixées pour provoquer l'arrivée des symptômes de claudication entre 3 et 5 minutes. Les patients marchent jusqu'à ce que la douleur atteigne un niveau 4-5 sur une échelle de 1 à 5 (Mays et Regensteiner, 2013). Entre chaque exercice, une période de récupération est respectée jusqu'à la disparition des symptômes de douleur/gêne. En revanche, si les patients marchent pendant plus de 8 minutes sans atteindre le niveau 4-5 sur l'échelle de claudication, l'intensité de l'exercice est augmentée en faisant varier la vitesse et/ou la pente. Les phases d'exercice et de repos sont répétées tout au long de la session d'exercice d'une durée totale de 35 minutes en phase initiale et 50 minutes en fin de programme (Aggarwal et coll., 2016). La supervision permet de bien améliorer la participation des patients au programme d'exercices et d'augmenter l'intensité des entraînements (Hamburg et Balady, 2011).

De nombreuses études cliniques ont évalué l'efficacité d'un programme d'activités physiques supervisé (PAPS) chez les patients atteints d'une AOMI (Gardner et Poehlman, 1995). Dans une étude prospective, 202 patients ont participé à une séance d'entraînement supervisée deux fois par semaine pendant 10 semaines, avec un suivi régulier sur 3 ans. La distance de marche jusqu'à la claudication et la distance de marche maximale ont augmenté respectivement de 237 % et 242 % ($p < 0,001$). Les résultats observés à 12 semaines ont été maintenus à trois ans (Ratliff et coll., 2007). Il est important de mentionner que les bénéfices de l'exercice physique persistent longtemps après la fin du programme de réadaptation (Keo et coll., 2008). Dans cette étude, lors du contrôle à trois ans, tous les patients avaient préservé l'amélioration obtenue. Dans une revue systématique portant sur un total de quinze études cliniques et 761 patients, l'effet additionnel d'un PAPS

par rapport aux exercices non supervisés était de 143,8 mètres pour la distance de marche sans douleur et 250,4 mètres pour la distance de marche maximale soulignant l'intérêt de superviser les sessions d'exercices (Wind et Koelemay, 2007). Après revascularisation, un PAPS a permis d'augmenter la distance de marche de 164 mètres (566 *versus* 402 m) par rapport aux sujets seulement revascularisés (Bo et coll., 2013). Néanmoins, un PAPS n'améliore pas nécessairement l'index de pression systolique (Lane et coll., 2014).

De manière générale, ces PAPS ont fait leurs preuves pour améliorer de 180 % le temps de marche sans douleur (Hirsch et coll., 2006) et de 120 % la capacité de marche (Fokkenrood et coll., 2013). Une méta-analyse *Cochrane* récente a démontré que les PAPS effectués sur tapis roulant améliorent la capacité de marche des patients de 50 % à 200 %, la distance de marche sans douleur de 82,29 mètres, le temps et la distance de marche maximale (respectivement 4,51 minutes et 108,99 mètres) comparativement à une prise en charge médicale classique sans exercice physique (Lane et coll., 2014). Enfin, le PAPS a montré un rapport coût/bénéfice très favorable (Lee et coll., 2007 ; van Asselt et coll., 2011), ce qui le rend actuellement incontournable pour traiter la claudication intermittente avant et après intervention. Sur la base des preuves actuelles, les PAPS sont recommandés avec le niveau de graduation le plus élevé IA⁹³, contre IIb pour les programmes non supervisés (Rooke et coll., 2013).

En centre *versus* à domicile

La supervision des programmes présente une plus-value indéniable pour le patient. Toutefois, l'accès aux PAPS reste difficile en France comme à l'étranger, du fait d'un faible nombre de places dans les centres de réadaptation. C'est pourquoi, plusieurs équipes tentent d'examiner de nouvelles stratégies de rééducation à domicile offrant un certain degré de supervision (port d'un podomètre, conseil téléphonique hebdomadaire, marche hebdomadaire dans un centre). Ces équipes proposent par exemple un modèle original où il est demandé au patient d'exécuter, d'une manière autonome et à domicile, un programme détaillé d'exercices qui est lui-même associé à des séances ponctuelles de supervision (Fakhry et coll., 2015 ; Gardner et coll., 2011).

Lorsque la prise en charge en centre est comparée à celle à domicile, les avantages sont clairement en faveur du centre avec un gain moyen de 160 m sur la distance de marche, gain maintenu pendant un an (Fokkenrood et coll., 2013). Pour avoir un ordre d'idée, un programme simplifié à domicile résulte en une amélioration plus faible de la distance de marche par rapport à celle obtenue en centre (263 *versus* 483 m ; $p < 0,01$) (Savage et coll., 2001). En revanche, les bénéfices induits par un programme à domicile bien encadré sont généralement supérieurs à ceux d'un programme à domicile non-supervisé (McDermott et coll., 2013). Dans l'étude multicentrique *EXITPAD* (Nicolai et coll., 2010), 304 patients souffrant d'AOMI et répartis sur 11 centres, ont été alloués soit au groupe à domicile (sans supervision), soit à un PAPS, soit à un PAPS avec vérification quotidienne du travail par un podomètre. Le programme de réhabilitation durait douze mois. Par rapport au groupe à domicile non supervisé, les patients des deux groupes supervisés ont montré une augmentation significative des paramètres de la marche et de la qualité de vie, mais l'utilisation du podomètre n'apporte pas de bénéfices supplémentaires. Dans un essai randomisé effectué chez des patients opérés d'un pontage au niveau des membres inférieurs, un PAPS associé à un suivi non supervisé de 5 mois à domicile a produit une augmentation de 89 % au test de marche de 6 minutes (TM6) contre 47 % dans le groupe contrôle qui avait seulement bénéficié du PAPS (Jakubseviciene et coll., 2014).

Les programmes d'exercices à domicile sont très variables et leur hétérogénéité rend difficile d'évaluer précisément leur efficacité. L'arrivée des nouvelles technologies pour aider les patients à mieux surveiller leurs activités participe à l'adhésion aux programmes à domicile, ainsi qu'à l'observance et la bonne exécution des exercices. Par conséquent, ces nouveaux programmes (associant soutien téléphonique et nouvelles technologies) pourraient être aussi efficaces que les programmes supervisés en centre (Gardner, 2011). Ceci a été démontré dans un autre essai randomisé contrôlé : Gardner et coll. (2011) ont comparé trois traitements chez 119 patients. Parmi eux, 29 complétaient un programme à domicile, 33 bénéficiaient d'un programme supervisé et 30 gardaient leur traitement habituel (Gardner et coll., 2011). L'adhésion aux deux programmes d'exercices était similaire ($p = 0,712$) et supérieure à 80 %. Après douze semaines de traitement, les deux programmes ont montré la même efficacité et une supériorité significative par rapport au groupe contrôle ($p < 0,001$) sur la distance de marche. Il convient de souligner que le programme à domicile, grâce à l'utilisation du podomètre, a permis d'augmenter plus efficacement l'activité physique quotidienne par rapport au programme supervisé.

Les différentes caractéristiques des programmes

Une fréquence d'entraînement de 2 jours par semaine augmente de 70 % à 160 % la distance de marche sans douleur et la capacité de marche totale de 38 % à 210 % (Bulmer et Coombes, 2004). Dans d'autres études, ces mêmes améliorations varient de 106 % à 276 % et de 64 % à 165 % lorsque les patients s'entraînent 3 fois par semaine (Hiatt et coll., 1990 ; Izquierdo-Porrera et coll., 2000). Lorsque la fréquence d'entraînement dépasse 3 sessions par semaine, ces variations tendent à diminuer suggérant que la fréquence optimale reste autour de 3 sessions par semaine.

La durée d'exercice par session est une caractéristique qui a aussi été étudiée (Izquierdo-Porrera et coll., 2000). Il est important de mentionner que cette durée ne reflète pas le temps d'exercice réel et que ce dernier paramètre est largement influencé par les périodes de récupération courtes et intermittentes permettant de faire disparaître la sensation de douleur musculaire. Toutefois, la littérature suggère que les protocoles adoptant des sessions de 30 à 60 minutes, idéalement étalés sur des périodes de 12 à 24 semaines, sont bien adaptés pour induire des augmentations remarquables de la distance de marche (Bulmer et Coombes, 2004). En combinant la fréquence des sessions/semaine-jour et la durée totale du programme, le but est d'atteindre environ 3 000 minutes d'exercice pour constater un maximum d'efficacité sur la distance de marche. Même en réduisant la fréquence des sessions d'exercice, les programmes de maintien d'une durée d'un an sont suffisants pour garder le même niveau de marche que celui obtenu à l'issue du programme supervisé (Gardner et coll., 2002).

L'intensité de l'exercice demeure le point central de la prescription d'exercice car il est directement relié à la notion de douleur. Dans la méta-analyse de Gardner et Poehlman (1995), les auteurs ont rapporté que la distance de marche ne s'améliore pas si les patients ne s'entraînent pas au-delà du seuil d'apparition de la douleur. Fondamentalement, il est aisé de considérer la relation logique entre intensité du stimulus et adaptations périphériques, toutefois il existe encore beaucoup de centres où il est conseillé au patient de s'arrêter au tout début de l'apparition de la gêne. Cette précaution reste fondée sur une pratique clinique qui reste prudente et un manque certain de littérature scientifique sur le sujet de faire travailler les patients en condition ischémique. Par ailleurs, il est de toute façon difficile de quantifier la notion d'intensité car les études utilisent des paramètres de quantification différents : des mesures subjectives de la douleur, un pourcentage de la distance maximale de marche, une vitesse et une pente du tapis roulant exprimée en MET (Bulmer et Coombes, 2004). De manière générale, les études proposent

des protocoles d'entraînement qui induisent une claudication, en partant du principe que la douleur musculaire est associée à des adaptations périphériques. En pratique, il est difficile de faire une distinction claire entre la notion de douleur et de gêne.

Les différentes modalités d'exercice

Même si d'autres activités comme la montée d'escalier ou la marche nordique ont montré leur efficacité (Jones et coll., 1996 ; Langbein et coll., 2002), c'est l'entraînement sur tapis roulant qui reste la méthode la plus utilisée dans les études cliniques. L'intensité et le type d'entraînement peuvent varier selon qu'il s'agit d'une AOMI symptomatique ou asymptomatique et en fonction de la présence ou non de maladies concomitantes (Hamburg et Balady, 2011).

En ce qui concerne l'intensité de l'effort, deux modalités sont proposées. La première consiste en un effort à une intensité et une vitesse modérées et constantes, d'une durée plus ou moins longue. La deuxième option consiste à effectuer un effort à une intensité plus importante, jusqu'à ressentir la symptomatologie de la claudication, puis à arrêter temporairement l'effort afin de permettre la disparition des douleurs, avant de recommencer l'exercice. Ce dernier type d'entraînement est l'option privilégiée à ce jour par les sociétés savantes (Gibbons et coll., 2002 ; Norgren et coll., 2007 ; Tendera et coll., 2011).

Entraînement intermittent

Dans les modèles d'entraînement classiques, l'arrêt complet du patient pendant au moins 5 minutes peut le démotiver, limitant ainsi ses chances d'être observant. C'est sur le modèle des entraînements de type fractionnés, proposés dans l'insuffisance cardiaque, la maladie coronaire ou le syndrome métabolique pour améliorer le $\dot{V}O_2\text{max}$ (Guiraud et coll., 2012) qu'une étude pilote a été réalisée. Onze patients présentant une ischémie d'effort ont bénéficié d'un réentraînement à la marche sur tapis roulant, selon un mode intensif et fractionné, avec deux séances de 30 minutes par jour d'intensité progressivement croissante (Villemur et coll., 2011). Chaque séance contenait une succession de cinq cycles de six minutes. Chaque cycle était constitué de trois minutes de travail actif (d'intensité sous-maximale) suivi de trois minutes de récupération active⁹⁴. Après seulement deux semaines, tous les patients ont augmenté leur distance de marche, qui passait en

94. La récupération active est le fait de continuer à marcher après une phase d'entraînement, c'est-à-dire pendant la phase de récupération mais nettement moins intense que dans le cadre de l'entraînement.

moyenne de 610 m (120-1 930 m) en début de programme à 1 252 m (320-2 870 m) en fin du programme de rééducation ($p = 0,003$). Associé à une gymnastique globale, ce type d'effort semble positif et sécuritaire mais doit être confirmé à plus large échelle.

Déjà en 2006, une étude observationnelle avait montré l'innocuité et l'efficacité d'un programme d'exercices par intervalles à haute intensité (séance = 6 répétitions jusqu'à l'atteinte de la douleur de claudication maximale, alternées avec 3 minutes de récupération passive) (Adams et coll., 2006). Si les patients AOMI peuvent tolérer en toute sécurité des programmes d'exercices de haute intensité, un travail d'optimisation des techniques d'entraînement reste à poursuivre.

Bien qu'une intensité d'exercice plus élevée permettrait d'obtenir de meilleurs résultats, cette modalité d'effort peut également décourager des patients plus fragiles ayant un ressenti d'échec lors de l'apparition systématique de la douleur (Watson et coll., 2008). La relation exercice – douleur est au cœur de la programmation des séances d'exercice. Il convient de manipuler cette caractéristique avec précaution.

Cycloergomètre et cycloergomètre à bras

Du fait des limitations périphériques, l'intensité de l'exercice, et donc la sollicitation cardiovasculaire, reste souvent insuffisante pour obtenir un impact global du réentraînement à l'effort, ce qui limite son efficacité. Le très faible volume d'exercice ne permet pas non plus une dépense d'énergie active assez importante pour modifier favorablement les facteurs de risque cardiovasculaires (Labrunee et coll., 2015). Récemment, l'efficacité des exercices d'endurance des membres supérieurs a été démontrée suite à un entraînement sur cycloergomètre à bras, avec une amélioration des performances de marche chez les patients souffrant de claudication. Cette modalité d'exercice est particulièrement appropriée pour des patients souffrant de difficultés à marcher sur un tapis roulant (Saxton et coll., 2011 ; Treat-Jacobson et coll., 2009). Plusieurs études ont comparé l'effet d'un programme de réentraînement de plusieurs semaines sur tapis roulant et sur cycloergomètre à bras et ont ainsi pu démontrer que ces deux modalités d'entraînement permettaient d'améliorer significativement, et souvent de manière similaire, la distance de marche des patients AOMI avec claudication intermittente (Bronas et coll., 2011 ; Treat-Jacobson et coll., 2009 ; Zwierska et coll., 2005 ; Zwierska et coll., 2006). Les mécanismes physiologiques permettant d'expliquer ces résultats suggèrent des adaptations métaboliques musculaires notamment au niveau du monoxyde d'azote, une meilleure vasomotricité et une

amélioration du flux sanguin vers les territoires ischémiés (Brendle et coll., 2001 ; Walker et coll., 2000).

Renforcement musculaire

En 2011, une étude randomisée a comparé les effets d'un programme de renforcement musculaire seul (3 séries de 10 répétitions sur 8 groupes musculaires) à un programme de marche (15 répétitions alternant deux minutes de marche et deux minutes de récupération). Après 12 semaines, les exercices de musculation et la marche présentaient des résultats similaires sur la modification des réponses cardiovasculaires de repos ainsi que sur l'amélioration de la distance de marche (Cucato et coll., 2011). Dans l'étude *Cochrane* de 2015, l'amélioration de la distance de marche maximale est en faveur d'un programme de douze semaines de marche par rapport aux exercices de renforcement musculaire, ce qui correspondrait à un gain d'environ 300 m sur un tapis roulant sans inclinaison et à une vitesse de marche moyenne de 3,2 km.h⁻¹ (Lauret et coll., 2014). Pour la distance de marche sans douleur, le gain est de 56 m dans les conditions présentées ci-dessus. De manière générale, les programmes de renforcement musculaire ont montré une amélioration de la capacité de marche des patients (Ritti-Dias et coll., 2010) ainsi qu'une amélioration du TM6 (McDermott et coll., 2009), mais leurs effets sur la fonction cardiovasculaire sont mal compris. Dans l'étude de Lima et coll. (2015), les résultats indiquent qu'une seule séance d'exercice de renforcement musculaire accroît le débit sanguin et l'hyperémie réactive (médiée partiellement par l'augmentation de la libération d'oxyde nitrique). Une seule séance de renforcement musculaire améliore le flux sanguin et la résistance vasculaire de la jambe de la même façon que la séance de marche (Lima et coll., 2015). Cependant, le renforcement musculaire a de meilleurs effets sur le stress oxydatif (Lima et coll., 2018). Puisque la réduction du débit sanguin est un marqueur de la morbi-mortalité chez ces patients (Corrado et coll., 2008), et considérant que des études antérieures ont montré que le renforcement musculaire améliore la capacité de marche, la qualité de vie et la force musculaire (McDermott et coll., 2009 ; Ritti-Dias et coll., 2010), il convient de recommander ce mode d'exercice dans un usage régulier, en complément de la marche.

Recommandations générales de diverses sociétés savantes pour l'entraînement à la marche

Les programmes d'exercices supervisés sont recommandés comme traitement de première intention pour les patients atteints d'AOMI par les sociétés

savantes américaines, européennes et canadiennes (Gibbons et coll., 2002 ; Norgren et coll., 2007 ; Tendera et coll., 2011 ; Aggarwal et coll., 2016 ; Aboyans et coll., 2018). Les recommandations de la *Society for Vascular Surgery* (2015) sont présentées ci-dessous (tableau 11.I).

Tableau 11.I : Recommandations de pratique d'activités physiques d'après les recommandations de la *Society for Vascular Surgery* (2015)

Recommandations	Grade	Niveau de preuve
Recommandation en première intention d'un programme supervisé d'exercice avec de la marche au minimum trois fois par semaine (30-60 minutes/session) pour au moins 12 semaines pour tous les patients avec une claudication intermittente	1	A
Recommandation d'un exercice à domicile, avec un objectif d'au moins 30 min de marche 3 à 5 fois par semaine quand un programme supervisé d'exercice n'est pas accessible ou pour un bénéfice à long terme après un programme d'exercice supervisé	1	B
Chez les patients après revascularisation pour claudication intermittente, un programme d'exercice supervisé ou à domicile est recommandé en tant que thérapie adjuvante	1	B

Les sociétés savantes préconisent depuis de nombreuses années le « protocole de Gardner » (Gardner et Poehlman, 1995) qui consiste à marcher au moins 3 fois par semaine de 30 min à 1 heure, pendant 3 à 6 mois. Si possible, la claudication doit survenir en moins de 10 min. Le patient doit dépasser la première gêne, arriver à la limite de la douleur (échelle EVA 7/10), s'arrêter et surtout ne pas forcer, respecter un temps de repos de 5 min avant de repartir. Plus la claudication est serrée⁹⁵, plus le temps nécessaire à l'amélioration sera long et le temps de repos pourra aller jusqu'à 10 min. La revue complète de Bulmer et Coombes (2004) suggère d'utiliser le protocole de Gardner et Poehlman (1995) en phase initiale c'est-à-dire pendant 2-3 mois pour atteindre un volume d'entraînement total de 1 500-2 000 minutes. Cette prescription doit être associée au travail des membres supérieurs mais aussi à une gymnastique spécifique au niveau des membres inférieurs, à des intensités vigoureuses sans toutefois dépasser des seuils de douleurs modérées (Parmenter et coll., 2015b). Des recommandations de pratiques à domicile ont été proposées par Olin et coll. (2016) (tableau 11.II).

95. La claudication est dite serrée lorsque la distance de claudication est inférieure à 200 mètres, c'est-à-dire que les douleurs apparaissent avant d'avoir parcouru 200 mètres.

Tableau 11.II : Recommandations pour les exercices à effectuer à domicile (Olin et coll., 2016, traduit de l'anglais)**Fréquence**

3-5 jours par semaine

Modalités

Tapis roulant (ce programme peut être adapté pour la marche en extérieur)

Méthode

1. Commencer à 3,2 km/h et une pente à 0 %
2. Ne pas essayer de vous tenir au tapis roulant. Utiliser les panneaux latéraux uniquement pour l'équilibre
3. Arrêter complètement le tapis roulant si la douleur atteint 3-4 sur l'échelle de douleur^a
4. Quand l'inconfort cesse, refaire l'exercice à la même intensité
5. Répéter le cycle exercice/pause
6. Passer à une vitesse supérieure dès que vous pouvez marcher 8 minutes sans être obligé d'arrêter à cause de douleurs aux jambes :
 - augmenter la vitesse de 0,3 km/h chaque fois que vous marchez 8 minutes
 - à partir du moment où vous pouvez marcher à 5-6 km/h ou atteindre une vitesse que vous pouvez poursuivre, commencer à augmenter la pente à 1 %

Durée

La durée totale de l'exercice incluant les périodes de pause doit être de 45 minutes par jour

Conseil pour y arriver

1. Ne pas continuer à marcher lorsque vous êtes à 3-4 sur l'échelle d'inconfort. L'inconfort doit disparaître en 2-3 minutes.
2. Lorsque vous êtes à 3-4 sur l'échelle d'inconfort, arrêter complètement de marcher. Ne ralentissez pas mais stoppez et attendez que l'inconfort disparaisse.

Si vous faites cet exercice, non seulement vous améliorerez vos performances de marche, mais aussi diminuerez votre inconfort et améliorerez votre qualité de vie. Ce type de programme est bénéfique aussi pour le cœur, la pression artérielle et le taux de cholestérol.

^a *Claudication discomfort scale* ou *Claudication pain scale* : Echelle de douleur : 1. Pas de douleur ni d'inconfort. 2. Survenue de la claudication. 3. Douleur ou inconfort légers. 4. Douleur ou inconfort modérés. 5. Douleur ou inconfort sévères.

Conclusion

Il convient de rappeler que les études portent majoritairement sur des petits échantillons de patients ($n = 30$ en moyenne) et des protocoles assez variés (associant des mouvements analytiques⁹⁶, du vélo ou des activités aquatiques), ce qui rend difficile la comparaison. Aussi, les patients recrutés présentent des lésions mono ou plurisegmentaires, aussi bien iliaques que fémorales ou distales, ce qui rend difficile de quantifier exactement l'amélioration étage par étage.

Toutefois, il apparaît évident que la rééducation vasculaire, basée sur l'exercice physique et essentiellement sur la marche, a un effet positif sur les principaux indicateurs (distance de marche, qualité de vie...), attesté par plusieurs méta-analyses de bonne qualité et qu'elle devrait être proposée en

96. Les mouvements analytiques se focalisent sur une seule articulation et ciblent un groupe de muscle spécifique (biceps, triceps sural, pectoraux...).

première intention à tous les patients atteints d'une maladie artérielle périphérique, mais également à ceux ayant déjà bénéficié d'un geste de revascularisation, afin de préserver les bénéfices obtenus.

Malgré de bons résultats en termes de coût-efficacité, les programmes de rééducation vasculaire restent pourtant peu utilisés, sous-prescrits et méconnus pour de multiples raisons : le faible nombre de centres en France proposant des programmes supervisés, la méconnaissance des médecins vasculaires et des rééducateurs de ces programmes, la difficile compliance des malades à long terme et l'essor technologique de ces dernières années qui a boosté d'une façon inconsiderée le nombre d'actes interventionnels (Garrigues et coll., 2012). Les études basées sur de faibles séries avec des protocoles souvent variables démontrent l'ampleur du travail de recherche qu'il reste à poursuivre pour homogénéiser les techniques de rééducation vasculaire et favoriser l'observance des malades à long terme.

RÉFÉRENCES

Aboyans V, Ricco JB, Bartelink MEL, *et al.* 2017 ESC Guidelines on the diagnosis and treatment of peripheral arterial diseases, in collaboration with the European society for vascular surgery (ESVS): document covering atherosclerotic disease of extracranial carotid and vertebral, mesenteric, renal, upper and lower extremity arteries endorsed by : the European stroke organization (ESO). The task force for the diagnosis and treatment of peripheral arterial diseases of the European society of cardiology (ESC) and of the European society for vascular surgery (ESVS). *Eur Heart J* 2018 ; 39 : 763-816.

Adams J, Ogola G, Stafford P, *et al.* High-intensity interval training for intermittent claudication in a vascular rehabilitation program. *J Vasc Nurs* 2006 ; 24 : 46-9.

Aggarwal S, Moore RD, Arena R, *et al.* Rehabilitation therapy in peripheral arterial disease. *Can J Cardiol* 2016 ; 32 : S374-81.

Anderson JL, Adams CD, Antman EM, *et al.* 2012 ACCF/AHA focused update incorporated into the ACCF/AHA 2007 guidelines for the management of patients with unstable angina/non-ST-elevation myocardial infarction: a report of the American college of cardiology foundation/American heart association task force on practice guidelines. *Circulation* 2013 ; 127 : e663-828.

Andreozzi GM, Leone A, Martini R, *et al.* Effectiveness and costs of a short-course supervised training program in claudicants: proposal for a shared protocol with aerobic working load. *Int Angiol* 2008 ; 27 : 401-7.

Beckitt TA, Day J, Morgan M, *et al.* Skeletal muscle adaptation in response to supervised exercise training for intermittent claudication. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2012 ; 44 : 313-7.

Beckman JA, Jaff MR, Creager MA. The United States preventive services task force recommendation statement on screening for peripheral arterial disease: more harm than benefit? *Circulation* 2006 ; 114 : 861-6.

Bendermacher BL, Willigendael EM, Teijink JA, *et al.* Supervised exercise therapy versus non-supervised exercise therapy for intermittent claudication. *Cochrane Database Syst Rev* 2006 : CD005263.

Bo E, Hisdal J, Cvancarova M, *et al.* Twelve-months follow-up of supervised exercise after percutaneous transluminal angioplasty for intermittent claudication: a randomised clinical trial. *Int J Environ Res Public Health* 2013 ; 10 : 5998-6014.

Brendle DC, Joseph LJ, Corretti MC, *et al.* Effects of exercise rehabilitation on endothelial reactivity in older patients with peripheral arterial disease. *Am J Cardiol* 2001 ; 87 : 324-9.

Bronas UG, Treat-Jacobson D, Leon AS. Comparison of the effect of upper body-ergometry aerobic training vs treadmill training on central cardiorespiratory improvement and walking distance in patients with claudication. *J Vasc Surg* 2011 ; 53 : 1557-64.

Bulmer AC, Coombes JS. Optimising exercise training in peripheral arterial disease. *Sports Med* 2004 ; 34 : 983-1003.

Burns P, Gough S, Bradbury AW. Management of peripheral arterial disease in primary care. *BMJ* 2003 ; 326 : 584-8.

Casillas JM, Troisgros O, Hannequin A, *et al.* Rehabilitation in patients with peripheral arterial disease. *Ann Phys Rehabil Med* 2011 ; 54 : 443-61.

Corrado E, Rizzo M, Coppola G, *et al.* Endothelial dysfunction and carotid lesions are strong predictors of clinical events in patients with early stages of atherosclerosis: a 24-month follow-up study. *Coron Artery Dis* 2008 ; 19 : 139-44.

Correia MA, Soares AH, Cucato GG, *et al.* Vascular Mechanisms of Post-exercise Blood Pressure Responses in Peripheral Artery Disease. *Int J Sports Med* 2015 ; 36 : 1046-51.

Cucato GG, Ritti-Dias RM, Wolosker N, *et al.* Post-resistance exercise hypotension in patients with intermittent claudication. *Clinics (Sao Paulo)* 2011 ; 66 : 221-6.

Diehm C, Allenberg JR, Pittrow D, *et al.* Mortality and vascular morbidity in older adults with asymptomatic versus symptomatic peripheral artery disease. *Circulation* 2009 ; 120 : 2053-61.

Fakhry F, Spronk S, Van Der Laan L, *et al.* Endovascular revascularization and supervised exercise for peripheral artery disease and intermittent claudication: a randomized clinical trial. *JAMA* 2015 ; 314 : 1936-44.

Farah BQ, Ritti-Dias RM, Cucato GG, *et al.* Factors associated with sedentary behavior in patients with intermittent claudication. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2016 ; 52 : 809-14.

Fokkenrood HJ, Bendermacher BL, Lauret GJ, *et al.* Supervised exercise therapy versus non-supervised exercise therapy for intermittent claudication. *Cochrane Database Syst Rev* 2013 : CD005263.

Fokkenrood HJ, Houterman S, Schep G, *et al.* Bicycle testing as an alternative diagnostic tool in patients suspected of intermittent claudication. *Ann Vasc Surg* 2014a ; 28 : 614-9.

Fokkenrood HJ, Scheltinga MR, Koelemay MJ, *et al.* Significant savings with a stepped care model for treatment of patients with intermittent claudication. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2014b ; 48 : 423-9.

Fowkes F, Leng GC. Bypass surgery for chronic lower limb ischaemia. *Cochrane Database Syst Rev* 2008 : CD002000.

Gardner AW. Supervised exercise therapy provided by local physiotherapists improves walking distance in patients with claudication. *Evidence-Based Medicine* 2011 ; 16 : 43-4.

Gardner AW, Afaq A. Management of lower extremity peripheral arterial disease. *J Cardiopulm Rehabil Prev* 2008 ; 28 : 349-57.

Gardner AW, Katzel LI, Sorkin JD, *et al.* Effects of long-term exercise rehabilitation on claudication distances in patients with peripheral arterial disease: a randomized controlled trial. *J Cardiopulm Rehabil* 2002 ; 22 : 192-8.

Gardner AW, Montgomery PS, Casanegra AI, *et al.* Association between gait characteristics and endothelial oxidative stress and inflammation in patients with symptomatic peripheral artery disease. *Age (Dordr)* 2016a ; 38 : 64.

Gardner AW, Montgomery PS, Parker DE. Physical activity is a predictor of all-cause mortality in patients with intermittent claudication. *J Vasc Surg* 2008 ; 47 : 117-22.

Gardner AW, Parker DE, Montgomery PS, *et al.* Efficacy of quantified home-based exercise and supervised exercise in patients with intermittent claudication: a randomized controlled trial. *Circulation* 2011 ; 123 : 491-8.

Gardner AW, Poehlman ET. Exercise rehabilitation programs for the treatment of claudication pain. A meta-analysis. *JAMA* 1995 ; 274 : 975-80.

Gardner AW, Waldstein SR, Montgomery PS, *et al.* Effect of cognitive status on exercise performance and quality of life in patients with symptomatic peripheral artery disease. *J Vasc Surg* 2016b ; 63 : 98-104.

Garrigues D, Ferrari B, Guiraud T. Rééducation vasculaire : pourquoi, quand et comment la prescrire en cabinet. *La Lettre du Médecin Vasculaire* 2012 ; 20 : 58-63.

Gibbons RJ, Balady GJ, Bricker JT, *et al.* ACC/AHA 2002 guideline update for exercise testing: summary article: a report of the American college of cardiology/American heart association task force on practice guidelines (committee to update the 1997 exercise testing guidelines). *Circulation* 2002 ; 106 : 1883-92.

Guiraud T, Nigam A, Gremeaux V, *et al.* High-intensity interval training in cardiac rehabilitation. *Sports Med* 2012 ; 42 : 587-605.

Gustafsson T, Bodin K, Sylven C, *et al.* Increased expression of VEGF following exercise training in patients with heart failure. *Eur J Clin Invest* 2001 ; 31 : 362-6.

Haas TL, Lloyd PG, Yang HT, *et al.* Exercise training and peripheral arterial disease. *Compr Physiol* 2012 ; 2 : 2933-3017.

Hamburg NM, Balady GJ. Exercise rehabilitation in peripheral artery disease: functional impact and mechanisms of benefits. *Circulation* 2011 ; 123 : 87-97.

Haute Autorité de santé. *Recommandations pour la pratique clinique. Prise en charge de l'artériopathie chronique oblitérante athéroscléreuse des membres inférieurs.* Paris : HAS, 2006.

Hiatt WR, Regensteiner JG, Hargarten ME, Wolfel EE, Brass EP. Benefit of exercise conditioning for patients with peripheral arterial disease. *Circulation*. 1990 ; 81 : 602-9.

Hirsch AT, Haskal ZJ, Hertzler NR, *et al.* ACC/AHA 2005 Practice guidelines for the management of patients with peripheral arterial disease (lower extremity, renal, mesenteric, and abdominal aortic): a collaborative report from the American association for vascular surgery/Society for vascular surgery, society for cardiovascular angiography and interventions, society for vascular medicine and biology, society of interventional radiology, and the ACC/AHA task force on practice guidelines (writing committee to develop guidelines for the management of patients with peripheral arterial disease): endorsed by the American association of cardiovascular and pulmonary rehabilitation; National heart, lung, and blood institute; Society for vascular nursing; TransAtlantic inter-society consensus; and vascular disease foundation. *Circulation* 2006 ; 113 : e463-654.

Izquierdo-Porrera AM, Gardner AW, Powell CC, *et al.* Effects of exercise rehabilitation on cardiovascular risk factors in older patients with peripheral arterial occlusive disease. *J Vasc Surg* 2000 ; 31 : 670-7.

Jain A, Liu K, Ferrucci L, *et al.* Declining walking impairment questionnaire scores are associated with subsequent increased mortality in peripheral artery disease. *J Am Coll Cardiol* 2013 ; 61 : 1820-9.

Jakubseviciene E, Vasiliauskas D, Velicka L, *et al.* Effectiveness of a new exercise program after lower limb arterial blood flow surgery in patients with peripheral arterial disease: a randomized clinical trial. *Int J Environ Res Public Health* 2014 ; 11 : 7961-76.

Jones PP, Skinner JS, Smith LK, *et al.* Functional improvements following Stair-Master vs. treadmill exercise training for patients with intermittent claudication. *J Cardiopulm Rehabil* 1996 ; 16 : 47-55.

Jones WS, Duscha BD, Robbins JL, *et al.* Alteration in angiogenic and anti-angiogenic forms of vascular endothelial growth factor-A in skeletal muscle of patients with intermittent claudication following exercise training. *Vasc Med* 2012 ; 17 : 94-100.

Keo H, Grob E, Guggisberg F, *et al.* Long-term effects of supervised exercise training on walking capacity and quality of life in patients with intermittent claudication. *Vasa* 2008 ; 37 : 250-6.

Labrunee M, Boned A, Granger R, *et al.* Improved walking claudication distance with transcutaneous electrical nerve stimulation: an old treatment with a new indication in patients with peripheral artery disease. *Am J Phys Med Rehabil* 2015 ; 94 : 941-9.

Lane R, Ellis B, Watson L, *et al.* Exercise for intermittent claudication. *Cochrane Database Syst Rev* 2014 : CD000990.

Langbein WE, Collins EG, Orebaugh C, *et al.* Increasing exercise tolerance of persons limited by claudication pain using polestriding. *J Vasc Surg* 2002 ; 35 : 887-93.

Lauret GJ, Fakhry F, Fokkenrood HJ, *et al.* Modes of exercise training for intermittent claudication. *Cochrane Database Syst Rev* 2014 : CD009638.

Lee HL, Mehta T, Ray B, *et al.* A non-randomised controlled trial of the clinical and cost effectiveness of a supervised exercise programme for claudication. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2007 ; 33 : 202-7.

Lima A, Ritti-Dias R, Forjaz CL, *et al.* A session of resistance exercise increases vasodilation in intermittent claudication patients. *Appl Physiol Nutr Metab* 2015 ; 40 : 59-64.

Lima AH, Correia MA, Soares AH, *et al.* Acute effects of walking and combined exercise on oxidative stress and vascular function in peripheral artery disease. *Clin Physiol Funct Imaging* 2018 ; 38 :69-75.

Mays RJ, Regensteiner JG. Exercise therapy for claudication: latest advances. *Curr Treat Options Cardiovasc Med* 2013 ; 15 : 188-99.

Mcdermott MM, Ades P, Guralnik JM, *et al.* Treadmill exercise and resistance training in patients with peripheral arterial disease with and without intermittent claudication: a randomized controlled trial. *JAMA* 2009 ; 301 : 165-74.

Mcdermott MM, Liu K, Guralnik JM, *et al.* Home-based walking exercise intervention in peripheral artery disease: a randomized clinical trial. *JAMA* 2013 ; 310 : 57-65.

Mcdermott MM, Tian L, Ferrucci L, *et al.* Associations between lower extremity ischemia, upper and lower extremity strength, and functional impairment with peripheral arterial disease. *J Am Geriatr Soc* 2008 ; 56 : 724-9.

Murphy TP, Cutlip DE, Regensteiner JG, *et al.* Supervised exercise versus primary stenting for claudication resulting from aortoiliac peripheral artery disease: six-month outcomes from the claudication: exercise versus endoluminal revascularization (CLEVER) study. *Circulation* 2012 ; 125 : 130-9.

Nicolai SP, Teijink JA, Prins MH. Multicenter randomized clinical trial of supervised exercise therapy with or without feedback versus walking advice for intermittent claudication. *J Vasc Surg* 2010 ; 52 : 348-55.

Niebauer J, Cooke JP. Cardiovascular effects of exercise: role of endothelial shear stress. *J Am Coll Cardiol* 1996 ; 28 : 1652-60.

Norgren L, Hiatt WR, Dormandy JA, *et al.* Inter-Society Consensus for the Management of Peripheral Arterial Disease (TASC II). *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2007 ; 33 (suppl 1) : S1-75.

Olin JW, White CJ, Armstrong EJ, Kadian-Dodov D, Hiatt WR. Peripheral artery disease: evolving role of exercise, medical therapy, and endovascular options. *J Am Coll Cardiol* 2016 ; 67 : 1338-57.

Parmenter BJ, Dieberg G, Phipps G, *et al.* Exercise training for health-related quality of life in peripheral artery disease: a systematic review and meta-analysis. *Vasc Med* 2015a ; 20 : 30-40.

Parmenter BJ, Dieberg G, Smart NA. Exercise training for management of peripheral arterial disease: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med* 2015b ; 45 : 231-44.

Parmenter BJ, Raymond J, Fiatarone Singh MA. The effect of exercise on haemodynamics in intermittent claudication: a systematic review of randomized controlled trials. *Sports Med* 2010 ; 40 : 433-47.

Perkins JM, Collin J, Creasy TS, *et al.* Reprinted article "Exercise training versus angioplasty for stable claudication. Long and medium term results of a prospective, randomised trial". *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2011 ; 42 (suppl 1) : S41-5.

Ratliff DA, Puttick M, Libertiny G, *et al.* Supervised exercise training for intermittent claudication: lasting benefit at three years. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2007 ; 34 : 322-6.

Ritti-Dias RM, Wolosker N, De Moraes Forjaz CL, *et al.* Strength training increases walking tolerance in intermittent claudication patients: randomized trial. *J Vasc Surg* 2010 ; 51 : 89-95.

Rooke TW, Hirsch AT, Misra S, *et al.* Management of patients with peripheral artery disease (compilation of 2005 and 2011 ACCF/AHA guideline recommendations): a report of the American college of cardiology foundation/American heart association task force on practice guidelines. *J Am Coll Cardiol* 2013 ; 61 : 1555-70.

Sakamoto S, Yokoyama N, Tamori Y, *et al.* Patients with peripheral artery disease who complete 12-week supervised exercise training program show reduced cardiovascular mortality and morbidity. *Circ J* 2009 ; 73 : 167-73.

Sandri M, Adams V, Gielen S, *et al.* Effects of exercise and ischemia on mobilization and functional activation of blood-derived progenitor cells in patients with ischemic syndromes: results of 3 randomized studies. *Circulation* 2005 ; 111 : 3391-9.

Savage P, Ricci MA, Lynn M, *et al.* Effects of home versus supervised exercise for patients with intermittent claudication. *J Cardiopulm Rehabil* 2001 ; 21 : 152-7.

Saxton JM, Zwierska I, Blagojevic M, *et al.* Upper- versus lower-limb aerobic exercise training on health-related quality of life in patients with symptomatic peripheral arterial disease. *J Vasc Surg* 2011 ; 53 : 1265-73.

Society for Vascular Surgery Lower Extremity Guidelines Writing Group, Conte MS, Pomposelli FB, *et al.* Society for vascular surgery practice guidelines for atherosclerotic occlusive disease of the lower extremities: management of asymptomatic disease and claudication. *J Vasc Surg* 2015 ; 61 : 2S-41S. Erratum in : *J Vasc Surg* 2015 ; 61 :1382.

Spronk S, Bosch JL, Den Hoed PT, *et al.* Cost-effectiveness of endovascular revascularization compared to supervised hospital-based exercise training in patients with intermittent claudication: a randomized controlled trial. *J Vasc Surg* 2008a ; 48 : 1472-80.

Spronk S, Bosch JL, Ryjewski C, *et al.* Cost-effectiveness of new cardiac and vascular rehabilitation strategies for patients with coronary artery disease. *PLoS One* 2008b ; 3 : e3883.

Stewart AH, Smith FC, Baird RN, *et al.* Local versus systemic mechanisms underlying supervised exercise training for intermittent claudication. *Vasc Endovascular Surg* 2008 ; 42 : 314-20.

Stewart KJ, Hiatt WR, Regensteiner JG, *et al.* Exercise training for claudication. *N Engl J Med* 2002 ; 347 : 1941-51.

Strandness DE Jr. Exercise testing in the evaluation of patients undergoing direct arterial surgery. *J Cardiovasc Surg (Torino)* 1970 ; 11 : 192-200.

Tendera M, Aboyans V, Bartelink ML, *et al.* ESC Guidelines on the diagnosis and treatment of peripheral artery diseases: document covering atherosclerotic disease of extracranial carotid and vertebral, mesenteric, renal, upper and lower extremity arteries: the task force on the diagnosis and treatment of peripheral artery diseases of the European society of cardiology (ESC). *Eur Heart J* 2011 ; 32 : 2851-906.

Treat-Jacobson D, Bronas UG, Leon AS. Efficacy of arm-ergometry versus treadmill exercise training to improve walking distance in patients with claudication. *Vasc Med* 2009 ; 14 : 203-13.

Treesak C, Kasemsup V, Treat-Jacobson D, *et al.* Cost-effectiveness of exercise training to improve claudication symptoms in patients with peripheral arterial disease. *Vasc Med* 2004 ; 9 : 279-85.

Van Asselt AD, Nicolai SP, Joore MA, *et al.* Cost-effectiveness of exercise therapy in patients with intermittent claudication: supervised exercise therapy versus a'go home and walk' advice. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2011 ; 41 : 97-103.

Van Den Houten MM, Gommans LN, Van Der Wees PJ, *et al.* Minimally important difference of the absolute and functional claudication distance in patients with intermittent claudication. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2016 ; 51 : 404-9.

Villemur B, Marquer A, Gailledrat E, *et al.* New rehabilitation program for intermittent claudication: Interval training with active recovery: pilot study. *Ann Phys Rehabil Med* 2011 ; 54 : 275-81.

Walker RD, Nawaz S, Wilkinson CH, *et al.* Influence of upper- and lower-limb exercise training on cardiovascular function and walking distances in patients with intermittent claudication. *J Vasc Surg* 2000 ; 31 : 662-9.

Watson L, Ellis B, Leng GC. Exercise for intermittent claudication. *Cochrane Database Syst Rev* 2008 : CD000990.

Wind J, Koelemay MJ. Exercise therapy and the additional effect of supervision on exercise therapy in patients with intermittent claudication. Systematic review of randomised controlled trials. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2007 ; 34 : 1-9.

Zwierska I, Walker RD, Choksy SA, *et al.* Upper- vs lower-limb aerobic exercise rehabilitation in patients with symptomatic peripheral arterial disease: a randomized controlled trial. *J Vasc Surg* 2005 ; 42 : 1122-30.

Zwierska I, Walker RD, Choksy SA, *et al.* Relative tolerance to upper- and lower-limb aerobic exercise in patients with peripheral arterial disease. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2006 ; 31 : 157-63.

12

Accidents vasculaires cérébraux

Les accidents vasculaires cérébraux (AVC) constituent la première cause mondiale de handicap fonctionnel, la deuxième cause de décès et la troisième cause de handicap en général (Langhammer et coll., 2015 ; Coelho et coll., 2016) : plus de 60 % des patients post-AVC restent handicapés, 50 % souffrent d'hémiplégie et 30 % sont incapables de marcher sans aide (Scherbakov et coll., 2013). La gêne à la marche et l'utilisation limitée des membres supérieurs pour les tâches usuelles journalières sont les principales plaintes rapportées par ces patients (Brewer et coll., 2013). Il est important de souligner que l'AVC, longtemps décrit comme une pathologie spécifique aux personnes âgées, concerne de plus en plus les personnes de moins de 55 ans (voir chapitre « Épidémiologie »). Ceci pourrait s'expliquer par l'impact du mode de vie actuel et des facteurs de risque cardiovasculaires avec au premier rang le tabagisme (Béjot et coll., 2014).

La diversité des causes d'AVC et la variabilité de la sévérité des séquelles qui en résultent, compliquent grandement la mise en place de programmes de réhabilitation optimaux. Les séquelles post-AVC sont neuromusculaires, mais aussi cognitives. Ces dernières ont un impact majeur sur l'autonomie motrice fonctionnelle et une « réhabilitation » cognitive associée au réentraînement physique paraît essentielle. Cette « réhabilitation » cognitive dépasse le cadre de cette expertise et ne sera pas abordée dans ce chapitre, d'autant que dans ce domaine, les études de bonne qualité scientifique manquent (Chung et coll., 2013). Au niveau musculaire, les séquelles sont structurelles, métaboliques et fonctionnelles (voir chapitre « Mécanismes moléculaires du déconditionnement musculaire et des adaptations musculaires à l'exercice dans les pathologies chroniques »). Sur le plan physiopathologique, la combinaison de dénervation, inflammation, remodelage et spasticité aboutit à l'association d'une perturbation phénotypique et d'une atrophie musculaire qui se rapproche de la sarcopénie liée au vieillissement (Scherbakov et coll., 2013 ; Coelho et coll., 2016). Ces troubles avec perte de la force et de la puissance musculaires concernent les muscles des membres parétiques et aussi à la longue les muscles non parétiques (Coelho et coll., 2016). Ces séquelles induisent une baisse de la mobilité et de la condition

physique en particulier cardiorespiratoire. Ainsi, à distance de l'AVC, les patients rapportent une baisse de la qualité de vie, plus liée aux limites physiques que cognitives (Crichton et coll., 2016).

Une revue des travaux sur les effets d'un réentraînement physique suivi d'une activité physique régulière chez ces patients est donc pleinement justifiée. La revue proposée ici concerne également les accidents ischémiques transitoires, forme clinique des AVC, qui posent la même problématique de prévention secondaire et tertiaire que les AVC (Lager et coll., 2014). Les accidents ischémiques transitoires sont cependant moins étudiés que les AVC avec séquelles.

Bénéfices de la pratique d'une activité physique sur la mortalité après un accident vasculaire cérébral

Les effets spécifiques du réentraînement sur la mortalité des patients ayant eu un AVC sont globalement peu étudiés (Saunders et coll., 2013 ; Saunders et coll., 2016). Dans une première revue systématique *Cochrane* (Saunders et coll., 2013), récemment mise à jour (Saunders et coll., 2016), l'effet du réentraînement sur la mortalité n'était qu'un des nombreux objectifs. Parmi les 58 essais randomisés contrôlés (ERC, *randomized controlled trial* (RCT) en anglais) (traitement classique avec ou sans réentraînement) compilés dans cette revue, regroupant 2 797 patients, les effets du réentraînement sur la mortalité ne sont pas souvent analysés et les résultats de l'analyse systématique sont peu clairs. Au total, 13 décès sont survenus pendant la période de réentraînement et 9 lors de la période de suivi des patients, ce qui ne permet pas de conclure sur l'effet du réentraînement sur la mortalité. Les auteurs soulignent la nécessité d'autres études randomisées de bonne qualité pour proposer la prescription optimale d'activité physique en post-AVC et pour mieux en connaître les bénéfices.

En résumé, les données actuelles ne permettent pas de proposer une réponse sur les effets potentiels de la réhabilitation physique sur la mortalité des patients post-AVC.

Niveau de sédentarité et d'activité physique des patients après un accident vasculaire cérébral

Les séquelles des AVC, telles que les troubles de l'équilibre et de la démarche en particulier, limitent très souvent la pratique d'une activité physique régulière par les patients (Michael et coll., 2005). La séquelle la plus commune

qui est une limitation musculaire unilatérale va réduire la mobilité (Scherbakov et coll., 2013). Une étude rétrospective menée chez 4 460 patients Sud-Coréens a montré que la spasticité musculaire des membres (OR ajusté = 0,57 ; IC 95 % [0,47-0,69]) et les troubles alimentaires et salivaires (OR ajusté = 0,53 ; IC 95 % [0,39-0,72]) étaient les facteurs les plus limitants (Ki-jong et coll., 2016).

Le mode de vie de ces patients, qui pendant la période d'éveil passent 76 % de leur temps en position assise ou couchée et 23 % debout avec ou sans marche, privilégie l'inactivité physique et la sédentarité (Billinger et coll., 2015). Une étude prospective (sur 7 mois) menée chez 88 patients (66 ± 17 ans) post-AVC (délai 43 ± 34 jours) avec un handicap moyen selon l'index de Barthel de $61 \pm 25/100$, a montré que 62 % de ces patients ne réalisaient pas l'activité physique recommandée (≥ 30 minutes/jour) (Lacroix et coll., 2016). Une méta-analyse sur le sujet a inclus 26 études, soit 983 patients post-AVC capables de marcher et pour la majorité âgés de 65 à 75 ans (English et coll., 2014). Les 22 études qui ont mesuré le nombre de pas journalier des patients, ont toutes conclu à une activité de marche inférieure à la moitié de celle pratiquée par les patients non handicapés de même âge. Le temps journalier de sédentarité n'a jamais été spécifiquement étudié, mais il peut être estimé à partir des données de 4 études réalisées avec de petits échantillons et des méthodologies différentes (mode de mesure, temps d'analyse). L'estimation du temps de sédentarité est ainsi comprise entre 63 et 87 % du temps d'analyse. La seule étude contrôlée conclut à un temps de sédentarité de 63 % chez les patients contre 57 % chez les contrôles. Une étude observationnelle a analysé sur 7 jours consécutifs le temps passé assis et les activités physiques journalières chez 63 sujets (35 % femmes, âge moyen $68,4 \pm 10$ ans, 41 patients et 23 contrôles appariés) (English et coll., 2016a). Les patients passaient plus de temps assis ($10,9 \pm 2$ h/j *versus* $8,2 \pm 2$ h/j pour les contrôles) avec des périodes d'assises prolongées (≥ 30 minutes) plus longues également ($7,4 \pm 2,8$ h/j *versus* $3,7 \pm 1,7$ h/j pour les contrôles). Notons que les données à notre disposition ont été obtenues sur de faibles échantillons de patients souvent sélectionnés sur leur niveau de handicap. Ces limites soulignent la nécessité de réaliser d'autres études avec une méthodologie centrée sur le mode de vie des patients post-AVC.

La dépense énergétique journalière évaluée par le port d'un capteur d'activités placé sur le bras sain équivalait chez les patients post-AVC à 91 ± 122 kcal (Lacroix et coll., 2016) pour une valeur recommandée de 142 kcal/j (Mazzeo et Tanaka 2001). Elle était modérément corrélée positivement à l'index de Barthel ($r = 0,28$; $p = 0,0002$) et négativement à l'indice

de masse corporelle ($r = -0,440$; $p < 0,0001$). Une autre étude a analysé la validité de l'utilisation d'un accéléromètre tri-axial chez 40 patients ($66,5 \pm 9,6$ ans entre 49-82 ans ; 27 femmes) post-AVC (ancienneté $2,9 \pm 2,4$ ans, entre 1-12 ans) avec hémiplégié séquellaire. Elle a aussi étudié leur niveau d'activité physique journalier sur 3 jours dans les activités quotidiennes (Rand et coll., 2009). Ces patients avaient un niveau d'incapacité faible (Perry et coll., 1995) mais significatif car n'autorisant une vitesse de marche que de $0,89$ m/s avec une distance moyenne au test de marche de 6 minutes (TM6) inférieure à 320 mètres (pour référence 480-519 m chez des sujets âgés sains de plus de 60 ans, Bohannon et coll., 2007). Ils étaient peu actifs, et 58 % ne dépensaient pas les 142 kcal/j recommandés.

Ce mode de vie participe à l'installation du déficit bilatéral des qualités musculaires que présentent secondairement ces patients (Gerrits et coll., 2009), au faible niveau de $\dot{V}O_2\text{max}$ ($8-22$ ml/min/kg soit 26-87 % de la valeur théorique) (rapporté dans la revue de la littérature de Smith et coll., 2012) et enfin à l'aggravation de leurs facteurs de risque cardiovasculaires avec risque accru de récurrence d'AVC (Appelros et coll., 2011 ; Kuwashiro et coll., 2012).

L'efficacité préventive des séjours en centre de réadaptation pour modifier le mode de vie sédentaire des patients est discutée. Ainsi, des études ont montré que des conseils de pratique d'activité physique adaptés pour les patients avec AVC proposés lors de ces séjours pouvaient avoir un effet bénéfique (Greenlund et coll., 2002 ; van der Ploeg et coll., 2006 ; Mansfield et coll., 2016). Cependant, une récente étude prospective de cohorte (61 patients dont 35 réentraînés en aérobie) a montré que la participation à un programme de réentraînement physique de type aérobie en institution de santé n'augmentait pas la poursuite de la pratique d'une activité physique (estimée par le questionnaire PASIPD et le suivi des recommandations de l'ACSM) 6 mois après la sortie de la structure (Brown et coll., 2014).

Une autre étude menée chez 32 patients ayant bénéficié d'un réentraînement très précoce ($5,9 \pm 8,8$ jours après AVC) en institution et désireux de poursuivre la pratique d'activité physique de type aérobie à domicile a cherché à préciser les barrières à cette pratique. Les principales limites sont l'absence de support familial ou social et d'informations sur le mode de pratique. Les limitations physiques plus que la peur du risque de chute sont aussi des freins, mais moins importants pour ces patients. Il conviendrait d'en tenir compte pour faciliter la poursuite d'une activité physique au long cours (Prout et coll., 2016).

En effet, une autre étude a suivi le niveau d'activité physique de patients post-AVC (en présence d'un moniteur d'activité, activPAL™) chez

74 patients (76 ± 11 ans, 35 femmes) à 1,2 et 3 ans après AVC (Kunkel et coll., 2015). Le temps d'inactivité et de sédentarité très élevé lors de l'hospitalisation (94 % du temps journalier assis/couché, 4 % debout et 2 % de marche) diminue significativement avec le suivi pour atteindre 18 % de position debout et 9 % de marche après 3 ans. L'amélioration la plus nette est cependant observée après un an pour diminuer ensuite. Le temps non sédentaire est positivement corrélé à l'indice de Barthel et au score de déambulation. Les séquelles psychologiques et visuelles affectent également le temps d'inactivité et de sédentarité.

Le mode de vie inactif et sédentaire des patients post-AVC ne s'explique qu'imparfaitement par leur handicap physique. En effet, il est indépendant des capacités potentielles objectivées par la distance parcourue au TM6 en laboratoire (Rand et coll., 2009) et n'est expliqué que pour une faible part, par la gêne à la marche et le niveau de handicap physique ressenti par les patients (English et coll., 2016b). L'idée classique de l'entourage, parfois médical et paramédical, sur la trop grande fragilité des patients pour réaliser une activité physique est aussi un frein important (Bernhardt et coll., 2007). Il faut enfin souligner que beaucoup de patients touchés par un AVC avaient un faible niveau de pratique d'activité physique journalier avant la survenue de l'accident (Saunders et coll., 2016).

Au total, chez les patients post-AVC, le niveau d'activité physique journalier est faible et le temps de sédentarité est élevé. Cependant, les données actuelles sont globalement insuffisantes et des études complémentaires sont nécessaires. Elles devront concerner les méthodes de mesure de l'activité physique et de la dépense énergétique les mieux adaptées aux patients post-AVC (Fini et coll., 2015). Des études sur les freins et motivations permettant d'obtenir une meilleure adhésion des patients post-AVC à un mode de vie plus actif physiquement et moins sédentaire méritent aussi d'être réalisées.

Risques de l'activité physique et tests d'aptitude physique utilisables chez les patients après un accident vasculaire cérébral

Sécurité du réentraînement physique après un accident vasculaire cérébral

Les principales méta-analyses soulignent le caractère globalement sûr du réentraînement physique chez le patient post-AVC (Bernhardt et coll., 2009 ; Pollock et coll., 2009 ; Saunders et coll., 2013 ; Saunders et coll.,

2016). La discussion principale relative à la sécurité du réentraînement concerne le délai de sa mise en place après l'AVC (Bernhardt et coll., 2015), c'est-à-dire le moment optimal de la mise en place d'une réhabilitation physique précoce définie par les thérapies physiques, les activités physiques domestiques et l'exercice physique post-AVC dans le but de préserver ou restaurer les fonctions physiques (Bernhardt et coll., 2009 ; Stoller et coll., 2012). Il est le plus souvent convenu de parler de mobilisation précoce lorsqu'une activité physique est réalisée en dehors du lit dans les 24 à 72 premières heures après l'AVC (Bernhardt et coll., 2015).

Les rares ERC menés sur le sujet reposent sur de faibles échantillons. Quatre principaux ERC prospectifs ont été publiés :

- *Avert* (Bernhardt et coll., 2008), multicentrique, 71 patients dont 38 avec réentraînement précoce ;
- *Veritas* (Langhorne et coll., 2010), unicentrique, 32 patients dont 16 avec réentraînement précoce ;
- *Lausanne Trial*, unicentrique, 42 patients dont 25 avec réentraînement précoce (Sundseth et coll., 2012) ;
- *Akemis*, unicentrique, 56 patients dont 27 avec réentraînement précoce (Diserens et coll., 2012).

Dans ces 4 études, il n'a pas été observé de risque significativement accru de complications, de mortalité ni de majoration du handicap (échelle de Rankin modifiée).

Une étude systématique avec méta-analyse a étudié les effets d'une réhabilitation débutée dans les 24 heures *versus* 48 heures post-AVC. Elle avait plusieurs objectifs dont celui de préciser les effets sur la mortalité, les fonctions et les complications d'une réhabilitation débutée dans les 7 jours post-AVC. Elle a inclus 3 ERC (159 patients). Elle conclut qu'une réhabilitation débutée dans les 24 premières heures post-AVC tendait à être associée à une mortalité accrue (OR 2,58 ; IC 95 % [0,98-6,79] $p = 0,06$) mais sans différence pour les réhospitalisations ni les autres complications (Lynch et coll., 2014).

L'étude *Avert III* (*The Avert trial collaboration groupe*, 2015) a été menée pour évaluer les risques potentiels d'une réhabilitation physique instaurée dans les 24 premières heures post-AVC. Cet ERC en simple insu, multicentrique a inclus 2 104 patients dont 1 054 ont débuté leur réhabilitation moins de 24 h après l'accident. Dans le groupe contrôle, la mobilisation physique était retardée en moyenne de 5 heures par rapport au groupe réhabilitation très précoce. Après un suivi de 3 mois chez 2 083 patients (965 avec

réhabilitation dans les 24 h), la mortalité et la survenue de complications n'étaient pas différentes dans les deux groupes.

Une autre étude randomisée prospective multicentrique qui a concerné 243 patients en post-hémorragie intracérébrale, a comparé l'effet d'une mobilisation hors lit menée dans les 48 premières heures (n = 122) à une mobilisation débutée après 7 jours d'alitement (n = 121) (Liu et coll., 2014). Pour les patients non réentraînés précocement, le risque de mortalité était nettement augmenté (HR 4,44 ; IC 95 % [1,24-12,87]) de même que le niveau d'handicap physique estimé par le questionnaire SF 36 (déficit majoré de 6 points, IC 95 % [4,2-8,7]).

Il paraît donc que la mobilisation hors-lit précoce, entre 24 et 72 heures après l'AVC, ne présente pas de risque significativement majoré.

Tests d'aptitude physique réalisables chez les patients post-accident vasculaire cérébral

Après l'AVC, le risque cardiovasculaire individuel du patient doit être évalué à partir des facteurs de risque mais aussi souvent sur les examens cardiovasculaires complémentaires classiques, surtout imagerie et rythmique. Le patient est alors classé comme à risque faible, intermédiaire ou élevé. L'indication d'une épreuve d'effort maximale, sous traitement, avec contrôle électrocardiographique et tensionnel, avant le début du réentraînement, sera guidée par le risque cardiovasculaire du patient (Pang et coll., 2013).

L'épreuve d'effort avec analyse des échanges gazeux est recommandée pour guider au mieux le réentraînement individuel des patients post-AVC. Cette évaluation en routine est principalement limitée par son coût et le manque d'accessibilité aux appareils. La détermination de la consommation maximale d'oxygène peut être rendue difficile par les limites motrices séquellaires que présentent ces patients. Une étude a montré l'intérêt de la détermination précise du premier seuil ventilatoire pour apprécier la capacité aérobie des patients post-AVC (n = 59) (Boyne et coll., 2016a). Le TM6 ne peut pas chez ces patients remplacer de manière satisfaisante l'épreuve d'effort avec analyse des échanges gazeux pour prescrire l'intensité individuelle du réentraînement physique (Mackay-Lyons et coll., 2006). En effet, la majorité des patients ne peuvent pas marcher assez vite pour augmenter leur fréquence cardiaque à la valeur correspondant à leur seuil ventilatoire. Le TM6 permet cependant de préciser le retentissement fonctionnel des séquelles de l'AVC sur la déambulation (Marzolini et coll., 2016).

Bénéfices des différents types et modalités d'activité physique après un accident vasculaire cérébral

L'importance des séquelles d'un AVC et leur retentissement sur l'autonomie et la qualité de vie du patient varient en fonction de son type et de sa gravité. L'analyse précise des effets du réentraînement physique chez ces patients est ainsi rendue difficile par cette grande variabilité interindividuelle.

Bénéfices généraux du réentraînement physique après un accident vasculaire cérébral

Quatre revues récentes de la littérature (2013-2016), dont deux études *Cochrane*, ont ciblé les effets généraux observés après un réentraînement physique codifié chez des patients ayant eu un AVC. Pour la clarté du texte et éviter les redites, il nous a paru préférable de présenter ici leurs principaux résultats.

Dans les pays occidentaux, la réhabilitation physique fait partie du traitement optimal des patients après un AVC, ce qui limite les possibilités d'analyser ses effets spécifiques. En Chine par contre, la réhabilitation post-AVC n'est pas obligatoire. Une revue systématique avec méta-analyse des ERC comparant des patients sans et avec réhabilitation physique a donc pu être réalisée (Zhang et coll., 2014). Les objectifs de cette analyse étaient de préciser les effets spécifiques de la réhabilitation physique premièrement sur la qualité des activités journalières (Indice de Barthel) et secondairement sur le handicap (Score de Fugl-Meyer). Après analyse de la bibliographie, 37 ERC ont été retenus (5 916 patients, âge moyen dans chaque étude entre 47,2 et 72,5 ans, 52,6 % hommes et 23,8 % d'AVC hémorragique). Tous les programmes de réhabilitation incluait un programme d'activité physique alors que les patients contrôles ne bénéficiaient d'aucune réhabilitation. Malgré l'hétérogénéité entre les études, la faible qualité des données rapportées et un manque de précision du délai de mise en route de la réhabilitation, une amélioration nette de l'indice de Barthel (DMS⁹⁷ = 1,04 ; IC 95 % [0,88-1,21] p < 0,001 ; I2 = 85,9 %) et du score de Fugl-Meyer (1,10 ; IC 95 % [0,82-1,38] p < 0,001 ; I2 = 94,3 %) a été observée après réhabilitation physique par rapport aux contrôles. Les auteurs concluent à l'efficacité de la réhabilitation physique comparée à l'absence de réhabilitation chez les patients après un AVC sur les activités de la vie quotidienne et sur le niveau de handicap secondaire à l'AVC. Cependant, ces résultats méritent d'être confirmés par d'autres ERC.

Une revue systématique suivie d'une méta-analyse a étudié les effets du réentraînement aérobie sur la capacité aérobie et les indicateurs de santé cardiovasculaires, psychosociaux et cognitifs chez des patients ayant eu un AVC (Pang et coll., 2013). Vingt-cinq études, de méthodologie très bonne ($n = 8$) et moyenne ou faible ($n = 17$), qui remplissaient tous les critères d'inclusion fixés ont été retenues pour la méta-analyse. Il faut noter que les sujets à haut risque cardiovasculaire étaient exclus de la plupart des études. L'entraînement aérobie a été réalisé sur vélo fixe ou tapis roulant selon un mode continu (21-40 min le plus souvent entre 60 et 80 % de la fréquence cardiaque de réserve (fréquence cardiaque maximale-fréquence cardiaque de repos), 3-5 fois/semaine pendant 3 semaines à 6 mois). Le pic de $\dot{V}O_2$ ⁹⁸ (15 études, soit 336 patients réentraînés et 324 contrôles) est significativement ($p < 0,001$) amélioré de 0,55 ml/min/kg (IC 95 % [0,39-0,71]). La puissance pic soutenue (5 études, soit 120 patients réentraînés et 116 contrôles) est significativement ($p < 0,001$) améliorée de 0,77 watt (IC 95 % [0,51-1,04]). Le temps d'endurance (14 études, soit 375 réentraînés et 368 contrôles, DMS 0,22 ; IC 95 % [0,08-0,37]) et la vitesse maximale de marche (7 études, soit 119 réentraînés et 115 contrôles, DMS 0,37 ; IC 95 % [0,11-0,63] $p = 0,005$) sont améliorés. Globalement, il n'a pas été observé de modification significative concernant les marqueurs de santé cardiovasculaire, psychosociale et cognitive, ce qui peut s'expliquer par le faible nombre d'études ayant mesuré ces paramètres. La sécurité du réentraînement paraît bonne. D'autres informations ou recommandations sont données par cette revue : la réalisation d'une épreuve d'effort avant le réentraînement est justifiée, une attention particulière doit être portée aux patients ayant eu un AVC hémorragique, et un bon contrôle des facteurs de risque cardiovasculaires et en particulier de la pression artérielle est recommandé.

La première revue *Cochrane* (Pollock et coll., 2014) est une mise à jour d'une revue antérieure des mêmes auteurs (Pollock et coll., 2007). Quarante-seize ERC (soit 10 401 patients) sont retenus pour cette revue, dont 50 ont été menés en Chine. La qualité des études a été classée comme très hétérogène avec beaucoup d'études médiocres. Le réentraînement physique a un effet bénéfique sur la récupération fonctionnelle (27 études, 3 423 patients, DMS 0,78 ; IC 95 % [0,58-0,97]) avec un effet qui semble persister après arrêt du protocole (9 études, 540 patients, DMS 0,58 ; IC 95 % [0,11-1,04]). L'analyse de certains sous-groupes (surtout dans les études chinoises) montre un effet dose de réentraînement-réponse ($p < 0,0001$) avec une efficacité optimale de 30 à 60 minutes/jour d'AP. Une autre analyse par sous-groupes montre une efficacité d'autant plus marquée que le réentraînement est

98. Voir définition dans le glossaire.

précoce après l'AVC ($p = 0,003$). D'autres effets bénéfiques sont aussi observés sur la fonction musculaire (12 études, 887 patients, DMS 0,37 ; IC 95 % [0,20-0,55]), l'équilibre (5 études, 246 patients, DMS = 0,31 ; IC 95 % [0,05-0,56]), la vitesse de marche (14 études, 1 126 patients) DMS = 0,46 (IC 95 % [0,32-0,60]). L'analyse par sous-groupe ferait apparaître qu'une pratique de 30 à 60 min/j, 5 à 7 fois par semaine serait la plus efficace ($p = 0,02$) et montrerait un effet de la précocité du réentraînement après l'AVC ($p = 0,05$). Il n'est pas noté d'effet du type de réentraînement sur l'autonomie des patients. Au total, le réentraînement améliore les capacités fonctionnelles et de mobilité des patients post-AVC sans qu'un type de réentraînement ne paraisse plus efficace. L'effet dose-réponse observé mérite d'être vérifié vu l'hétérogénéité des études analysées.

La dernière revue *Cochrane* (Saunders et coll., 2016), déjà citée dans le cadre des effets du réentraînement sur la mortalité post-AVC, est une mise à jour d'une analyse antérieure des mêmes auteurs (Saunders et coll., 2013). Les objectifs de cette analyse étaient de préciser les effets d'un réentraînement physique post AVC sur la mortalité, la capacité aérobie, la dépendance et le handicap des patients ainsi que sur leurs fonctions cognitives. Cinquante-huit ERC (soit 2 797 patients) ont été retenus pour cette revue qui a évalué les effets d'un entraînement aérobie, de renforcement musculaire ou leur association en comparaison avec l'absence de réentraînement chez des patients post-AVC ayant une prise en charge médicale classique. L'entraînement était de type aérobie dans 28 études ($n = 1 408$), renforcement musculaire dans 13 ($n = 432$) et mixte dans 17 ($n = 957$). Dans cette population fragile, l'échantillon qui a pu être observé jusqu'aux termes des études a été réduit, notamment par la survenue de 13 décès pendant les interventions et 9 autres avant la fin du suivi, sans qu'aucune différence n'ait été mise en évidence entre les deux groupes, réentraînés ou non. Les effets d'un réentraînement physique sur la mortalité et l'autonomie ont été rarement observés et aucune conclusion claire ne peut être proposée. Les effets sur les fonctions cognitives ont été très peu étudiés. Un entraînement aérobie limite modérément mais significativement l'incapacité (DMS = 0,26 ; IC 95 % [0,04-0,49] $p = 0,02$) et améliore les capacités de marche évaluées par le TM6 (DM = 30,29 m ; IC 95 % [16,19-44,39]), la vitesse de marche (DM 6,71 m/min ; IC 95 % [2,73-10,69]), et la vitesse préférée de la démarche (DM = 4,28 m/min ; IC 95 % [1,71-6,84]) alors que sur les qualités d'équilibre, l'effet est moins important. L'entraînement mixte, aérobie et renforcement musculaire, a aussi un effet bénéfique sur ces paramètres. Le renforcement musculaire isolé n'a pas d'effet significatif mais le nombre d'études analysées est faible. Globalement, les auteurs, préconisent d'autres études randomisées avec des protocoles rigoureux pour

préciser en particulier les protocoles de réentraînement optimaux et les bénéfiques à long terme.

Dans le but d'améliorer l'efficacité des séjours en centre de réhabilitation physique pour les patients post-AVC, une revue systématique a étudié les impressions et ressentis de ces patients (Luker et coll., 2015). Après une analyse critique, 32 articles (31 études) ont été retenus pour cette revue. Les différents items étudiés ont été l'évaluation de l'activité physique, les sensations d'ennui et d'isolement, la place du patient vis-à-vis de la thérapie, la place de la détente dans la réhabilitation, les sensations de dépendance et de manque de contrôle, l'amélioration de l'autonomie, les qualités de communication et d'information, l'entretien de la motivation et la surcharge liée à la fatigue. Les résultats donnent des informations importantes sur le ressenti des patients post-AVC hospitalisés pour réadaptation. Des expériences négatives sont rapportées dans toutes les études retenues. Le ressenti concerne essentiellement l'incapacité, l'ennui et la frustration des patients. Le ressenti de la réadaptation pourrait être amélioré en favorisant l'autonomie des patients, en proposant des soins vraiment centrés sur le patient, par une communication et une information plus efficaces et enfin par une majoration globale du temps d'activité physique à visée thérapeutique comme dans son temps libre.

En résumé, même si des études complémentaires de bonne qualité méthodologique sont nécessaires, il apparaît que le réentraînement après un AVC est bénéfique pour la déambulation et les activités de la vie quotidienne. Les bénéfiques sont plus nets avec un entraînement aérobic isolé ou associé à un renforcement musculaire, et semblent corrélés à la précocité et à la quantité (effet dose-réponse possible) du réentraînement. Les effets bénéfiques sur l'autonomie, la mortalité et les fonctions cognitives sont moins bien démontrés mais ont été moins étudiés. Un recentrage sur le patient avec une meilleure individualisation du mode de réentraînement pourrait améliorer le ressenti du patient sur celui-ci lequel reste souvent négatif.

Effets du réentraînement physique après un accident vasculaire cérébral sur la consommation maximale d'oxygène

Une méta-analyse portant sur 11 études contrôlées prospectives, randomisées ou non, avec réentraînement aérobic 6 mois après l'AVC a précisé les qualités cardiorespiratoires de ces patients. La méthodologie était jugée bonne dans 7 études et faible dans les 4 autres. Un effet bénéfique a été observé sur le pic de $\dot{V}O_2$ et sur le TM6, mais la vitesse de marche n'était pas significativement augmentée. En conclusion, un entraînement réalisé dans les

6 mois post-AVC a un effet favorable sur la fonction cardiorespiratoire (Stoller et coll., 2012). Ces effets bénéfiques sont confirmés par la revue *Cochrane* déjà signalée (Saunders et coll., 2016).

Une revue systématique avec méta-analyse (Marsden et coll., 2013) a étudié l'effet des méthodes de réentraînement physique et de leur durée sur l'amélioration des capacités cardiorespiratoires (pic de $\dot{V}O_2$). Sur 3 209 études analysées, 28 études ont été retenues. Elles concernaient 920 patients, surtout en ambulatoire, présentant des séquelles chroniques modérées ou faibles mais un pic de $\dot{V}O_2$ pré-réentraînement faible (8-23 ml/min/kg). Les entraînements de type aérobie personnalisé ou associant aérobie et renforcement musculaire à raison de 3 séances (30 à 60 minutes chacune) par semaine ont été comparés. Une amélioration du pic de $\dot{V}O_2$ en moyenne de 2,27 ml/min/kg (IC 95 % [1,58-2,95] $p < 0,000001$) est observée. Cette différence n'est pas significative (+ 10-15 %) selon le type du réentraînement (aérobie ou mixte) ou sa durée (\leq ou $>$ 3 mois).

Dans un petit groupe de patients post-AVC datant d'au moins 6 mois ($n = 40$, de plus de 50 ans, 20 réentraînés *versus* 20 non réentraînés), une étude a observé qu'un programme de réentraînement aérobie de 19 semaines (3 séances/semaine) induisait une augmentation du pic de $\dot{V}O_2$ max qui passait de 18 ± 5 à 21 ± 5 ml/kg/min ($p < 0,01$). Ce bénéfice était expliqué par une amélioration des capacités périphériques et non du débit cardiaque (Moore et coll., 2016).

Les facteurs capables d'influencer l'efficacité d'un entraînement de type aérobie après un AVC ont été étudiés dans une revue de la littérature (Boyne et coll., 2017). Les critères ont été le pic de $\dot{V}O_2$ ainsi que les caractéristiques de la marche (vitesse et endurance) mesurées par le TM6. Les variables indépendantes d'intérêt étudiées pour les caractéristiques du réentraînement ont été son intensité, sa durée et sa réalisation en position debout ou assise. Les critères d'efficacité ont été améliorés en moyenne de 2,2 ml/min/kg (IC 95 % [1,3-3,1]) pour le pic de $\dot{V}O_2$, de 0,06 m/s (IC 95 % [0,01-0,11]) pour la vitesse de marche et de 29 m (IC 95 % [15-42]) pour la distance parcourue au TM6. L'augmentation du pic de $\dot{V}O_2$ après réentraînement était corrélée positivement à l'intensité du réentraînement et négativement au niveau pré-réentraînement du pic de $\dot{V}O_2$. La pratique de la marche lors du réentraînement a eu le maximum d'effet sur les améliorations de vitesse et d'endurance à la marche, l'entraînement en position assise n'ayant pas d'effet significatif sur les progrès des capacités de marche. Il apparaît donc que lors des entraînements aérobies, l'intensité du programme de réentraînement et la pratique de la marche ont les effets les plus importants sur les bénéfices observés.

En résumé, le réentraînement améliore la fonction cardiorespiratoire globale des patients post-AVC et ceci d'autant plus que le patient est déconditionné. Le bénéfice concerne surtout les capacités périphériques.

Effets du réentraînement physique après un accident vasculaire cérébral sur la qualité de la vie

Les patients qui ont subi un AVC, décrivent une altération, souvent marquée, de leur qualité de vie liée le plus fréquemment à une perte d'autonomie (Paul et coll., 2005 ; Kwok et coll., 2005). Les rares études réalisées avant 2008 ont montré un effet médiocre du réentraînement sur la qualité de vie de ces patients. Une revue systématique avec méta-analyse plus récente (De Chen et coll., 2011) a retenu seulement 9 articles sur 1 101 références (dont 8 de bonne qualité méthodologique) qui remplissaient les critères fixés par les auteurs. Au total, 426 patients post-AVC ont été concernés. Cinq outils différents ont été utilisés pour apprécier le niveau de qualité de vie des patients. Six études ont analysé l'effet du réentraînement 6-12 mois après sa finalisation. L'analyse montre un effet bénéfique modeste sur la qualité de vie (DMS = 0,32 ; IC 95 % [0,12-0,51] ; $p < 0,01$; I² = 0 %) après l'intervention mais sans confirmer un effet à long terme (DMS = 0,17 ; IC 95 % [-0,05-0,39] $p = 0,12$; I² = 8,36 %). Les analyses par sous-groupes ont mis en évidence une efficacité des réentraînements mixtes (aérobie et renforcement musculaire), réalisés pendant plus de 150 minutes par semaine en groupe dans un système d'association. Les réentraînements purement aérobies, moins volumineux et réalisés en institution étaient moins efficaces. La durée (± 12 semaines) et la prise en charge individuelle ou en groupe n'ont pas eu d'impact significatif. L'efficacité était plus nette pour les AVC datant de plus de 6 mois. L'amélioration persiste peu longtemps après l'arrêt du réentraînement. Il n'a pas été rapporté d'effet délétère du réentraînement.

Vu le déficit d'activation volontaire des muscles agonistes qui joue un rôle majeur sur la faiblesse et la dysfonction motrice après un AVC, il est licite d'explorer l'efficacité du renforcement musculaire sur ce handicap. Dans ce cadre, un réentraînement en mode excentrique ($n = 34$ patients post-AVC) s'est révélé le plus efficace pour améliorer l'activation neuromusculaire de la jambe paralysée ($p < 0,05$ versus concentrique), le gain de force de la jambe limitée ($p < 0,01$ versus concentrique) et de la jambe saine ($p < 0,06$ versus concentrique) et sur la vitesse de marche. Cette différence d'effets entre les 2 modes de renforcement musculaire diminue, mais reste significative après réentraînement de la démarche (Clarck et Pattern., 2012).

Une revue *Cochrane* (Saunders et coll., 2016) confirme l'amélioration du handicap post-AVC suite au réentraînement, avec en particulier une amélioration de la mobilité et de l'équilibre des patients post-AVC. L'efficacité d'un réentraînement sur la qualité de déambulation des patients ayant eu un AVC est d'autant plus efficace qu'il est débuté précocement (Marzolini et coll., 2014). C'est ce que montre la relation linéaire négative ($r = -0,42,1$; $p = 0,002$) observée entre le délai de la mise en place post-AVC ($25,4 \pm 42,3$ mois) d'un réentraînement (24 semaines associant aérobie et renforcement musculaire) chez 120 patients et l'amélioration observée sur le test de marche de 6 minutes ($283,2 \pm 126,6$ avant et $320,7 \pm 141,8$ m après ; $p < 0,01$).

Une revue systématique avec méta-analyse a étudié les effets persistants au long cours d'un réentraînement de type aérobie, basé sur la marche, mené dans les 6 mois post-AVC sur la mobilité des patients (Kendall et Gothe, 2016). Trois tests de mobilité ont été utilisés, le TM6, la marche sur 10 mètres et le test lever-marcher. Neuf ERC (entraînement aérobie entre 2 et 6 mois post-AVC *versus* pas de réentraînement) ont été inclus. Un effet bénéfique persistant minime à modéré a été mesuré par le TM6 ($g = 0,366$; $p < 0,001$) et la marche sur 10 mètres ($g = 0,411$; $p = 0,002$) mais pas par le test lever-marcher ($g = -0,150$; $p = 0,33$). Ces résultats a priori encourageants méritent d'être confirmés sur de plus larges échantillons de patients.

Au total, le réentraînement des patients post-AVC n'a qu'un impact modéré sur la qualité de vie. Toutefois, des recherches complémentaires paraissent nécessaires pour préciser les effets spécifiques observés sur les deux versants, physique et mental, de la qualité de vie en fonction des modalités de réentraînement. Les intérêts respectifs d'un réentraînement encadré prolongé et/ou basé sur des stages courts méritent aussi d'être étudiés.

Effets du réentraînement physique après un accident vasculaire cérébral sur les troubles cognitifs et la solidité osseuse

L'AVC se complique de troubles moteurs mais aussi de troubles cognitifs qui retentissent significativement sur les capacités de réhabilitation physique et sur la qualité de vie des patients. De plus, les troubles cognitifs liés à l'âge sont aggravés par la survenue d'un AVC avec un risque multiplié par 2 de démence secondaire (Constans et coll., 2016).

Une revue systématique a retenu 10 études analysant les effets de l'entraînement aérobie sur les fonctions cognitives des patients post-AVC (soit 394 patients). Ce type de réentraînement pourrait avoir un effet positif sur

la cognition globale, mais également sur la mémorisation, l'attention, et la capacité visio-spatiale des patients post-AVC (Zheng et coll., 2016). Les résultats de cette analyse confirment ceux d'une revue antérieure (Cumming et coll., 2012).

L'activité physique aérobie modérée semble avoir des effets bénéfiques sur l'activité corticale des patients post-AVC avec amélioration des connexions neuronales (Veldsman et coll., 2016). Des échantillons plus larges sont cependant nécessaires pour confirmer ces résultats. Une revue récente de la littérature a proposé un aperçu complet des effets bénéfiques de l'activité physique aérobie sur les fonctions cognitives des patients post-AVC. Cette activité physique pourrait augmenter la libération de facteurs neurotrophiques (BDNF et VEGF) qui améliorent la neuroplasticité dans les zones cérébrales impliquées dans les fonctions cognitives (Constans et coll., 2016). L'association de l'activité physique aérobie avec d'autres modes d'exercice musculaire pourrait majorer l'efficacité de l'intervention. Par ailleurs, les résultats d'une revue systématique avec méta-analyse des données expérimentales chez l'animal sont en faveur d'effets bénéfiques de l'exercice physique sur la taille des infarctus cérébraux et d'une meilleure récupération neurocomportementale après AVC ischémique (Egan et coll., 2014). Ainsi, vu les effets bénéfiques potentiellement importants des interventions basées sur l'activité physique pour les patients post-AVC, il paraît justifié d'attendre des propositions validées de protocoles précis de réentraînement qui amélioreraient de manière optimale les fonctions cognitives et le contrôle moteur après un AVC (Constans et coll., 2016).

Après un AVC, la perte osseuse avec fragilisation squelettique est marquée. Les fractures éventuelles aggravent la perte de mobilité et augmentent la mortalité chez ces patients. Les bienfaits de l'activité physique sur l'ostéoporose liée à l'avancée en âge sont reconnus. Une revue systématique de la littérature a analysé les effets de l'activité physique contrôlée sur les accidents osseux chez les patients post-AVC (Borschmann et coll., 2012). Trois études (95 patients dont 47 réentraînés, âge moyen 63,8 ans, 40 % femmes, ancienneté de l'AVC supérieure à 1 an) ont rempli les critères fixés de qualité méthodologique (de 3 à 8 selon l'échelle PEDro). Parmi les 3, une seule étude a proposé une activité physique spécifiquement destinée à l'amélioration de la structure osseuse (Pang et Lau, 2009). L'activité physique comprenait de la marche sur tapis roulant et du renforcement musculaire, 2 à 3 séances de 60 minutes par semaine. La durée du réentraînement variait selon les études : 19 semaines, 6 mois et 1,83 an (1 à 3 ans). Les paramètres étudiés concernaient la minéralisation et l'architecture osseuse, le risque de fracture osseuse et les marqueurs urinaires ou sériques du métabolisme osseux

n'ont pas été étudiés. Aucune étude n'était menée en aveugle que ce soit pour les patients, les thérapeutes et les personnes chargées d'interpréter les résultats. Il n'a pas été possible d'agréger toutes les données car les études ne ciblaient pas le même site squelettique. Les résultats de chaque étude sont en faveur d'un effet bénéfique modeste ($p < 0,05$) de l'activité physique sur la qualité osseuse des patients, avec augmentation de la densité minérale osseuse du col fémoral, de l'épaisseur corticale tibiale et du contenu osseux minéral trabéculaire distal du tibia. Aucun renseignement n'est retrouvé sur la prévention éventuelle du risque de fracture. La précocité de la mobilisation et du réentraînement après l'AVC semble avoir un effet majeur pour prévenir la perte osseuse initiale liée à l'alitement. Au total, les résultats observés sont en faveur d'un possible effet bénéfique du réentraînement physique sur la structure osseuse des patients post-AVC. Cependant, ces résultats doivent être confirmés par des ERC.

Effets du réentraînement physique après un accident vasculaire cérébral sur les facteurs de risque cardiovasculaires et la prévention des récidives

Le risque de survenue d'un événement cardiovasculaire, en particulier de récurrence d'AVC, est majoré dans les 10 ans qui suivent un AVC ou un accident ischémique transitoire (Lager et coll., 2014). Ainsi, après un premier AVC le risque de récurrence à 5 ans est de 24 % pour les femmes et de 42 % pour les hommes (Dhamoon et coll., 2006).

Les objectifs de la prévention secondaire sont d'intervenir positivement sur les facteurs de risque modifiables (hypertension artérielle, fibrillation atriale, troubles lipidiques, diabète et obésité) et sur le mode de vie délétère (tabac, inactivité physique, sédentarité, alimentation déséquilibrée et consommation excessive d'alcool) (Lager et coll., 2014). L'efficacité des interventions pharmacologiques en prévention secondaire des AVC est prouvée (Lager et coll., 2014), celle des actions non pharmacologiques a été moins étudiée. Deux revues de la littérature ont étudié l'impact de la modification du mode de vie sur la prévention secondaire des AVC.

Une revue systématique avec méta-analyse a inclus 17 ERC qui ont étudié les effets de conseils de changements de mode de vie, dont la pratique d'activité physique, sur la mortalité, les événements cardiovasculaires, les facteurs de risque cardiovasculaires et la pratique d'activité physique (Lennon et coll., 2014). La compilation de 8 études (2 478 patients) n'a pas montré d'effet bénéfique des modifications du mode de vie sur la mortalité (RR = 1,13 ; IC 95 % [0,85-1,52] I² = 0 %). Il n'a pas été observé d'effet bénéfique (4 études,

1 013 patients) ni sur les événements cardiovasculaires (RR = 1,16 ; IC 95 % [0,80-1,71] I² = 0 %) ni sur le taux de cholestérol sanguin. Un effet bénéfique sur la pression artérielle est observé mais il disparaît après correction par les effets des autres interventions en particulier pharmacologiques. Enfin, un effet positif est rapporté pour la participation à une AP avec une DMS = 0,24 (IC 95 % [0,08-0,41], I² = 47 %). Les auteurs concluent que le nombre insuffisant d'études menées sur cette problématique ne permet pas de se prononcer.

Une autre revue de type Cochrane a analysé les ERC qui ont comparé les effets des interventions comportementales, éducatives ou organisationnelles (faisant intervenir des acteurs ou des méthodes spécifiques comme les actions multidisciplinaires, les réseaux...) (classification selon Wensing et coll., 2006) avec les traitements classiques pour la prévention secondaire des AVC (Lager et coll., 2014). L'analyse bibliographique a permis d'inclure 26 études (8 021 patients). Globalement, les études sont de bonne qualité à l'exception d'une présentant un risque élevé de biais. Quinze études ont évalué les interventions organisationnelles et les 11 autres des actions éducatives et comportementales. Les interventions organisationnelles ont montré des effets bénéfiques sur les chiffres de pression artérielle systolique (DM = -2,57 mmHg ; IC 95 % [-5,46-0,31]), et diastolique (DM = -0,90 mmHg ; IC 95 % [-2,49-0,68]), l'atteinte de la pression artérielle cible (OR = 1,24 ; IC 95 % [0,94-1,64]) et l'indice de masse corporelle (DM = -0,68 kg/m² ; IC 95 % [-1,46-0,11]). Ces actions organisationnelles n'ont pas prouvé leur efficacité sur le profil lipidique, le niveau d'HbA1c, l'observance médicamenteuse ou les événements cardiovasculaires. Les actions éducatives et comportementales n'ont pas montré d'efficacité sauf dans deux études. L'utilisation de critères de mesures standardisés des paramètres étudiés aiderait à la synthèse des résultats des futures études.

Au total, l'efficacité des interventions sur le mode de vie et en particulier de l'activité physique sur la prévention secondaire post-AVC n'est pas prouvée. Des études à la méthodologie rigoureuse, avec en particulier un encadrement des patients pour une évaluation réelle du changement de mode de vie, et ayant pour objectif principal cette question méritent d'être menées pour conclure formellement.

Pour les patients ayant eu un accident ischémique transitoire ou un AVC sans séquelle importante, les résultats de différents ERC récents sont en faveur d'une efficacité de l'activité physique et d'un changement de mode de vie sur les facteurs de risque cardiovasculaires (MacKay-Lyons et coll., 2010 ; Kirk et coll., 2014 ; Faulkner et coll., 2014 ; Faulkner et coll., 2015 ; Moren et coll., 2016) et pour certaines études sur les qualités fonctionnelles artérielles des patients (Woolley et coll., 2015). Il faut cependant noter que ces

études ont été réalisées sur de petits échantillons et nécessiteraient des études complémentaires incluant un plus grand nombre de sujets.

Effets des différents types de réentraînement physique après un accident vasculaire cérébral

La sécurité d'un réentraînement précoce (24-72 heures post-AVC) a été soulignée précédemment. Les bénéfices potentiels pour le patient de ce type de réentraînement ont aussi été étudiés. Vu la faible taille des échantillons pris en compte dans la plupart des études, il convient de privilégier les résultats des méta-analyses pour répondre à cette question. Une méta-analyse a été réalisée à partir des données individuelles recueillies dans les études *Avert* (Bernhardt et coll., 2008) et *Veritas* (Langhorne et coll., 2010) qui ont réuni 103 patients dont 54 réentraînés précocement (Craig et coll., 2010). Les deux études ont concerné les patients d'unités de soins spécialisés pour les AVC (toutes causes et niveaux de handicap) et ont analysé l'effet du réentraînement précoce (≤ 36 h post-AVC) sur l'autonomie des patients 3 mois après le début de l'intervention. L'âge des patients était compris entre 27 et 97 ans et tous ont été suivis 3 mois. Le délai moyen de réhabilitation était de 21 heures (écart interquartile : 15,8-27,8 heures) contre 31 heures (23,0-41,2 heures) pour les contrôles. Une amélioration de l'autonomie des patients les plus précocement réadaptés a été observée à 3 mois pour les 2 critères d'analyse choisis, le score modifié de l'échelle de Rankin 0-2 (OR ajusté 2,02 et IC 95 % [0,89-4,60]) et l'index de Barthel (OR ajusté 2,90 et IC 95 % [1,24-7,15]). L'analyse des études de cohortes est en faveur d'une réhabilitation aussi précoce que possible sans qu'un timing puisse être précisé en raison de l'hétérogénéité des études analysées. Les auteurs concluent à l'intérêt d'un début de réhabilitation dans les 3 jours qui suivent la survenue de l'AVC sans preuve d'un bénéfice supplémentaire d'une réadaptation plus précoce.

Une autre revue systématique avec méta-analyse limitée aux nombreuses études chinoises sur le sujet (37 études mais souvent de qualités méthodologiques médiocres) a réuni 5 916 patients. Elle conclut aussi au bénéfice fonctionnel significatif d'une mobilisation précoce (avec des modalités très variées) par rapport à l'absence ou au retard d'intervention.

Les résultats de l'étude *Avert III* (The Avert trial collaboration group, 2015), déjà présentée, vont dans le même sens. Cette ERC en simple insu, multicentrique, a étudié les effets d'une réhabilitation physique instaurée dans les 24 premières heures post-AVC. Son objectif primaire concernait l'évolution des patients basée sur le score modifié de l'échelle de Rankin 0-2. Entre juillet 2006 et octobre 2014, 2 104 patients avec AVC (62,4-80,3 ans, 61 %

hommes, AVC ischémique ou hémorragique inaugural ou récidive) ont été inclus. Parmi ceux-ci, 1 054 ont débuté leur réhabilitation moins de 24 heures après l'accident avec suivi de 3 mois pour 2 083 patients (965 avec réhabilitation dans les 24 heures). Dans le groupe réhabilitation très précoce, il n'a pas été observé d'effet favorable sur la reprise de la marche et le nombre d'évolutions favorables après 3 mois était plus faible (OR ajusté 0,73, IC 95 % [0,59-0,90] $p = 0,004$). Au total, si le bénéfice d'une réhabilitation précoce (≤ 72 heures) pour la prévention des complications est bien accepté, le bénéfice fonctionnel supplémentaire d'une réhabilitation physique débutée dans les 24 premières heures post-AVC reste discuté.

La majeure partie des programmes de réentraînement décrits dans les études sont de type aérobie continu. Ainsi des activités aérobies, vélo ou tapis, ou activités fonctionnelles comme la marche sont utilisées. L'individualisation des efforts doit être déterminée par l'épreuve d'effort avec analyse des échanges gazeux, le TM6 étant mal adapté aux séquelles motrices de ces patients (Mackay-Lyons et coll., 2006). La marche dans le réentraînement est bénéfique (Saunders et coll., 2016). Dans ce cadre, le tapis roulant, avec ou sans support corporel, a été proposé comme l'ergomètre le plus efficace pour le réentraînement des patients post-AVC. Une revue systématique a sélectionné 15 études (8 avec tapis roulant seul et 7 y associant un support corporel) de bonne qualité méthodologique. Leur analyse conclut à une efficacité du tapis roulant pour améliorer la vitesse de marche, sans pouvoir établir une supériorité de cette approche sur les autres méthodes de réentraînement sur ce paramètre (Charalambos et coll., 2013).

La pratique d'entraînements aérobies de type fractionné à haute intensité après un AVC a récemment été proposée. Ce type de réentraînement est présenté comme permettant une adaptation cardiovasculaire et métabolique identique, voire supérieure à celle de l'entraînement continu. Cette approche est par ailleurs plus économe en termes de temps de pratique physique. Le risque potentiel de ce type de pratique pour un cerveau potentiellement fragilisé est encore mal connu (Lucas et coll., 2015). Une revue a rapporté l'absence d'effet délétère au cours des 294 heures de réentraînement fractionné réalisés par 49 patients post-AVC (Boyne et coll., 2013). Ce mode de réentraînement paraît plus efficace (selon un ERC chez 18 patients post-AVC, 5 aérobie continue et 13 aérobie fractionnée avec abandon de 2 patients) pour les bienfaits cardiovasculaires et périphériques que l'entraînement continu mais les auteurs n'ont pas évalué l'hypothèse d'effets bénéfiques au niveau cérébral. De plus, le gain de vitesse de marche observé sur tapis roulant se traduit peu (30 %) sur la marche en dehors du tapis, soulignant la nécessité d'un affinement du protocole de réentraînement (Boyne

et coll., 2016b). Il convient donc d'attendre des études complémentaires à plus large échelle chez les patients post-AVC d'une part pour confirmer l'absence de risque de ce mode de réentraînement et d'autre part pour préciser ses modalités optimales de réalisation (Lucas et coll., 2015).

Le renforcement musculaire de type alternance assis-debout chez ces patients peut être associé au réentraînement aérobie. Mais, les effets du réentraînement spécifique par renforcement musculaire après un AVC ne peuvent être évalués de manière satisfaisante, vu le trop faible nombre d'études (Saunders et coll., 2016).

Les effets de la pratique du Tai Chi pour la réhabilitation physique de patients ayant eu un AVC ont été précisés par une revue. Sur 67 études présélectionnées, seuls 5 ERC (284 patients dont 150 réentraînés, âge moyen > 50 ans) de qualité méthodologique moyenne (Score Jadad 2,6/4) ont été retenus. Trois études, dont une avec pratique du Tai Chi à domicile, rapportent un bénéfice de la pratique du Tai Chi (50-240 minutes en 1-3 fois par semaine pendant 4-12 semaines *versus* activité physique libre pour les contrôles) sur la qualité d'équilibre des patients, la qualité de vie et la santé mentale. L'auteur souligne cependant la nécessité d'études plus rigoureuses avant de conclure formellement (Ding, 2012).

L'observation d'une fatigabilité des muscles inspiratoires chez les patients post-AVC a incité certaines équipes à étudier l'effet de l'entraînement inspiratoire dans cette population. Une analyse systématique de la littérature type Cochrane a étudié la sécurité et les effets potentiellement bénéfiques de ce type d'entraînement sur les activités quotidiennes, la fonction des muscles respiratoires, la qualité de vie et la condition physique de ces patients (Xiao et coll., 2012). Seules 2 études contrôlées randomisées, mais très hétérogènes (soit 66 patients), ont été retenues. Les auteurs concluent à l'absence de bénéfice de l'entraînement inspiratoire. De plus, il n'y a pas de données suffisantes pour statuer sur la sécurité de ce mode d'entraînement. Une autre revue systématique récente de la littérature a étudié les effets de l'entraînement des muscles respiratoires sur leur force, la fonction respiratoire, et la tolérance à l'effort chez des patients post-AVC (Gomes-Neto et coll., 2016). Huit ERC (entraînement respiratoire *versus* réentraînement classique) répondaient aux critères d'inclusion. L'entraînement respiratoire a augmenté la pression inspiratoire maximale (DMS 7,5 ; IC 95 % [2,7-12,4]), la capacité vitale forcée (DMS = 2,0 ; IC 95 % [0,6-3,4]), le volume maximal expiré en 1 seconde, DMS = 1,2 ; IC 95 % [0,6-1,9] et la tolérance à l'effort, DMS 0,7 (IC 95 % [0,2-1,2]). Au total, l'importance des bénéfices induits par l'entraînement respiratoire est discutée et ne semble pas améliorer la qualité de vie. D'autres ERC avec un choix bien argumenté des paramètres analysés méritent d'être réalisés.

La pratique régulière de gestes journaliers est une spécificité de la réhabilitation physique des patients post-AVC. Son association au réentraînement physique codifié est fortement recommandée pour aider à la récupération fonctionnelle et donc à l'autonomie de ces patients (Galvin et coll., 2008 ; Lohse et coll., 2014 ; Veerbeek et coll., 2014). Vu la relation proposée entre le volume d'activité et les effets bénéfiques sur la neuroplasticité, leur pratique journalière avec une grande répétition des gestes les plus variés est recommandée (Schneider et coll., 2016). Une revue de la littérature (Schneider et coll., 2016) a abordé deux questions ; d'une part, l'addition d'une activité physique de même type au programme recommandé améliore-t-elle la récupération et d'autre part, quelle est la dose d'activité supplémentaire la plus efficace. Quatorze études (6,9/10 selon l'échelle PEDro) avec 15 comparaisons (954 patients) entre réentraînement classique optimal sans et avec activité supplémentaire (9 comparaisons pour les membres supérieurs, 4 pour les membres inférieurs et 2 pour les membres supérieurs et inférieurs) ont été analysées. L'efficacité des AP était évaluée avec des tests classiques et validés. L'ajout d'une activité physique supplémentaire (577 patients) était associé à un gain significatif (DMS = 0,39, IC 95 % [0,07-0,71]). L'hétérogénéité (I² = 66 %) observée entre les études était explicable pour une large part, par les différences de quantité AP ajoutée (< ou > 100 %) à celle réalisée dans le programme de base. La quantité optimale d'activité physique supplémentaire est estimée à 240 % de l'activité physique réalisée dans le programme de réhabilitation.

Apport potentiel des méthodes de télé-réhabilitation et de réalité virtuelle

Des méthodes de réhabilitation physiques basées sur la télévision et l'utilisation de vidéos-jeux interactifs et de réalité virtuelle ont été proposées chez les patients post-AVC. Deux revues de type Cochrane avec méta-analyse les ont analysées.

Concernant la télé-réhabilitation, les auteurs ont conclu à un niveau de preuve insuffisant pour son efficacité, que ce soit pour améliorer des gestes journaliers (objectif primaire) ou pour améliorer la mobilité des membres supérieurs (objectif secondaire). Le manque d'études randomisées et de données sur le coût de cette méthode a aussi été souligné (Laver et coll., 2013).

Concernant la réalité virtuelle et les jeux-vidéos interactifs, 37 études pas toujours randomisées et souvent de faible ou très faible qualité, sans possibilité de préciser le risque de biais, ont été retenues (Laver et coll., 2015). Elles concernaient 1 019 participants jeunes et suivis pendant un an. Un effet bénéfique a été observé sur l'objectif primaire avec une amélioration au

niveau des membres supérieurs (DMS = 0,28, IC 95 % [0,08-0,49] à partir de 12 études regroupant 397 patients). Pour les objectifs secondaires, il n'a pas été noté d'effet bénéfique sur la force de préhension et sur la déambulation des patients. Par contre, il a été observée une amélioration des gestes de la vie courante (DMS = 0,43, IC 95 % [0,18-0,69] à partir de 8 études, soit 253 patients). Les auteurs concluent à un effet bénéfique potentiel de ce mode d'intervention lorsqu'il est associé aux soins classiques, en signalant toutefois qu'il n'y a pas d'information sur l'effet à long terme, ni sur les fonctions cognitives.

Conclusion sur les effets du réentraînement après un accident vasculaire cérébral

Un point mérite d'être souligné concernant les études sur les effets du réentraînement post-AVC : de très nombreuses études sont menées en Chine, plus de 50 % dans la revue *Cochrane* de Pollock et coll. (2009), sur la réhabilitation des patients post-AVC. Ceci pose la question de l'extrapolation de leurs résultats aux autres pays, difficulté régulièrement soulignée par plusieurs auteurs (Pollock et coll., 2009 et 2014 ; Bernhardt et coll., 2015). En effet, nombre des études chinoises sont publiées en chinois et leur qualité scientifique peut être discutée (Pollock et coll., 2014), ce qui peut en limiter l'intérêt.

Chez les patients post-AVC, la pratique d'un réentraînement physique codifié suivi d'une activité physique au long cours ne présente pas de risque délétère et est pleinement justifiée (Howard et McDonnel, 2015). La mise en place d'une mobilisation hors-lit précoce, entre 24 et 72 heures après l'AVC, pour les patients qui le peuvent est justifiée. Elle prévient les complications sans montrer d'effet bénéfique ajouté sur les progrès fonctionnels. Ensuite, une activité physique de type aérobie, adaptée individuellement à la personne, est associée à une amélioration de la capacité aérobie dont on connaît l'importance pour le pronostic vital à long terme et l'impact sur le degré d'autonomie. La répétition journalière et intensive des gestes de la vie courante adaptés aux séquelles individuelles des patients doit être associée au réentraînement aérobie. L'association d'un renforcement musculaire, plutôt excentrique, pourrait avoir un effet bénéfique indirect supplémentaire, en particulier sur la qualité de vie qui paraît peu améliorée par l'entraînement aérobie seul. L'intérêt de l'association d'un entraînement musculaire inspiratoire n'est pas encore démontré. Enfin, les effets bénéfiques du réentraînement sur les facteurs de risque cardiovasculaires et la prévention secondaire d'événements cardiovasculaires ne sont pas prouvés aujourd'hui, des études centrées sur cette question sont justifiées.

Efficacité de l'activité physique par rapport aux traitements médicamenteux

Concernant l'effet bénéfique de l'activité physique en prévention secondaire et tertiaire post-AVC, nous avons déjà indiqué qu'il est discuté et que les études spécifiques de bonne qualité manquent actuellement.

Concernant les effets sur la mortalité post-AVC, nous n'avons pas retrouvé d'étude sur la comparaison directe des effets des médicaments et de l'activité physique sur la mortalité. Une étude récente a cependant analysé les résultats des méta-analyses publiées sur la thématique de l'effet de l'activité physique sur la mortalité dans diverses pathologies chroniques (Naci et Ioannadis, 2015). En l'absence d'étude de confrontation directe entre effets des thérapeutiques médicamenteuses et de l'activité physique, cette étude a comparé les résultats rapportés dans différentes méta-analyses concernant soit l'effet de l'activité physique soit celui des médicaments. Dans un premier temps, les méta-analyses ayant inclus les ERC concernant les effets des médicaments ou de l'activité physique sur la mortalité des patients, ont été répertoriés. Puis, une combinaison des données de ces méta-analyses répertoriées en réseau a permis de déterminer l'efficacité comparative des interventions des médicaments et de l'activité physique dans la réduction du risque de mortalité. Concernant les AVC, 3 études ont concerné les effets de l'activité physique sur la mortalité (225 patients dont 117 réentraînés) et 27 études (44 731 patients) ont concerné les effets des médicaments classiques (anticoagulants et antiagrégants). L'effet de l'activité physique sur la mortalité des patients avec AVC était significativement favorable (OR = 0,09, IC 95 % [0,01-0,72]). La comparaison avec les médicaments montrait une plus grande efficacité de l'activité physique que ce soit avec les anticoagulants (OR = 0,09, IC 95 % [0,01-0,70]) ou avec les antiagrégants (OR = 0,10, IC 95 % [0,01-0,62]). Cependant, la portée de ce résultat nous paraît limitée en raison d'une part, des limites méthodologiques du mode d'analyse utilisée dans l'étude et d'autre part, du très faible nombre d'événements rapporté dans les études analysées.

Recommandations actuelles pour la pratique d'une activité physique après un accident vasculaire cérébral

Place de l'activité physique après un accident vasculaire cérébral

Plusieurs études sont en faveur de l'effet bénéfique d'une activité physique régulière en prévention primaire des AVC et AIT (Inserm, 2008 ; Anses,

2016). Après un AVC, les recommandations les plus récentes sont aussi unanimes pour une incorporation précoce de l'AP et sa pratique journalière indéfiniment (Burr et coll., 2012 ; Billinger et coll., 2014 ; Bernhardt et coll., 2015 ; Hebert et coll., 2016).

Une revue de 30 recommandations portant sur la place d'une mobilisation précoce des patients post-AVC a récemment été publiée (Bernhardt et coll., 2015). La place de la réhabilitation précoce est abordée dans 73 % des recommandations analysées mais seulement 36 % de celles-ci précisent le délai précis de son initiation post-AVC (Bernhardt et coll., 2015). La mobilisation précoce hors-lit doit débuter dans les 24 heures qui suivent l'AVC. La justification principale de cette mobilisation précoce est la prévention des complications et non l'obtention d'un effet fonctionnel éventuellement bénéfique. Le mode d'intervention (position assise ou debout hors du lit, marche, activités journalières...) varie beaucoup selon les recommandations. La reprise de la marche dans les 24 premières heures, lorsqu'elle est possible, s'accompagne d'effets bénéfiques plus précoces et plus marqués (Cumming et coll., 2011). Mais, de toute évidence, tous les patients post-AVC ne peuvent pas débuter une activité en dehors du lit dans les heures voire les jours qui suivent la survenue de l'accident. En l'absence de directives de sécurité actuelles claires pour guider l'initiation et la progression de l'intervention de mobilisation précoce des conseils sont proposés (Bernhardt et coll., 2015). Les patients inclus dans les études étaient des adultes sans limite d'âge, touchés par un AVC ischémique ou hémorragique, bien éveillés sans détérioration précoce, sans signe d'hémorragie intracérébrale secondaire et sans signe de syndrome coronarien et d'insuffisance cardiaque. Une fréquence cardiaque de repos entre 40 et 120 bpm et/ou une pression artérielle systolique entre 120 et 220 mmHg sont des limites recommandées. Une surveillance de ces paramètres cardiovasculaires et du niveau de conscience doit être réalisée lors des 3 premiers jours de mobilisation. Actuellement, l'imagerie n'est pas utilisée pour sélectionner les patients ni guider les modalités de l'intervention.

Réalisation du réentraînement en institution médicale après un accident vasculaire cérébral

Dans les cas d'AVC sévères, les patients doivent être réentraînés dans des centres spécialisés avec surveillance cardiovasculaire stricte. Pour les cas moins sévères, les patients peuvent reprendre l'entraînement en groupe avec une surveillance moins stricte voire à domicile en cas d'AVC anciens avec traitement médical adapté et bien suivi par le patient (Burr et coll., 2012).

Le port d'un cardio-fréquencemètre est conseillé de même que le contrôle itératif de la pression artérielle à l'effort au moins au début.

Nombre d'études publiées sur les effets du réentraînement physique chez les patients post-AVC décrivent peu les protocoles utilisés, en particulier pour ce qui concerne l'intensité (Billinger et coll., 2015). Il est néanmoins possible de proposer des conseils de réentraînement chez ces patients. Les programmes classiques de réadaptation cardiaque qui proposent une gestion complète du style de vie associée à des séances d'exercices supervisés peuvent être adaptés aux personnes après un AVC avec bénéfice (Billinger et coll., 2015). Une AP individualisée post-AVC ne présente pas de risque significatif pour le patient (Tang et coll., 2009 ; Burr et coll., 2012). L'individualisation sera guidée par les séquelles de l'AVC, les comorbidités en particulier cardiovasculaires et les capacités physiques du patient (Howley et coll., 2001 ; Gordon et coll., 2004 ; Burr et coll., 2012). Une épreuve d'effort est justifiée avant un réentraînement d'intensité modérée ou intense. Cet examen reste pourtant très peu (moins de 5 %) utilisé en particulier pour guider l'intensité individuelle du réentraînement (Doyle et coll., 2013).

Cependant, il existe encore un frein manifeste de la part des thérapeutes à la mise en place en routine de ces interventions en institution. Plusieurs explications peuvent être proposées. D'une part, les équipements utilisés pour une réadaptation classique ne sont pas toujours optimaux pour les patients post-AVC. Par exemple, pour le patient, la vitesse de marche suffisante pour mener une vie autonome acceptable, bien que limitée par rapport aux sujets sains, est de 0,89 m/s. Le coût énergétique de la marche chez les patients ayant eu un AVC est plus élevé que chez les sujets sains (Patterson et coll., 2007). Ainsi une marche lente pour un sujet sain devient modérée, sur le plan énergétique, pour un patient post-AVC. Dans une étude qui a évalué l'intensité de marche choisie spontanément par des patients post-AVC sur une journée, il a été montré que l'intensité de la marche des patients sur 10 minutes successives correspondait le plus souvent à seulement 20 % de leur fréquence cardiaque de réserve, intensité d'effort sans bénéfice significatif sur leurs qualités aérobies (Prajapati et coll., 2013). Des recommandations spécifiques d'intensité d'effort pour ces patients paraissent donc nécessaires (Kramer et coll., 2016). D'autre part, les bénéfices de l'exercice aérobie pour la récupération post-AVC sont bien prouvés (Ammann et coll., 2014 ; Billinger et coll., 2015). En effet, bien qu'indépendantes, les altérations de la fonction cardiorespiratoire et du contrôle neuro-moteur se renforcent mutuellement (Tang et coll., 2009) : en effet si la condition cardiorespiratoire est altérée chez ces patients, les troubles du contrôle neuro-moteur en seront d'autant plus diminués. Ainsi, l'amélioration de la capacité physique

d'un patient aidera à la réalisation accrue d'activités neuro-motrices. Par ailleurs, un déficit neuro-moteur marqué va gêner la pratique d'activités aérobies efficaces. Si cette efficacité est reconnue par la plupart des thérapeutes, ceux-ci considèrent cependant que sa mise en place est difficilement réalisable en pratique clinique (Billinger et coll., 2015). Cette impression peut s'expliquer par la notion classique de la fragilité des patients post-AVC, par le manque de formation des professionnels de l'AP, en particulier sur les possibilités d'adaptation des efforts aux capacités individuelles des patients (Billinger et coll., 2015). Améliorer le niveau d'information sur la physiologie et sur la prescription individualisée des exercices auprès des encadrants paraît donc nécessaire.

Modalités de réentraînement

Il est classique de préciser pour chaque mode de réentraînement, le type et l'intensité de l'AP, la durée des séances et la fréquence hebdomadaire de celles-ci.

Concernant le réentraînement aérobique de type continu, plusieurs modes d'exercice qui ont montré leur efficacité, sont réalisables : marche classique ou sur tapis roulant (avec ou sans aide), cyclisme, natation, ou pour les patients très handicapés, marche en position couchée avec stepper motorisé ou ergocycle en position couchée. La marche classique paraît la plus bénéfique (Billinger et coll., 2015). Les exercices de faible intensité (< 40 % de la fréquence cardiaque de réserve) peuvent améliorer la performance motrice, la démarche, l'équilibre et ainsi, peut-être diminuer les facteurs de risque cardiovasculaires (Billinger et coll., 2015). La pratique de ces activités initiées en institution doit être fortement encouragée dans la vie quotidienne de ces patients. La pratique d'exercices d'intensité modérée (40-59 % de la fréquence cardiaque de réserve) doit être précédée d'un test d'effort cardiopulmonaire (Billinger et coll., 2014). Ces activités améliorent le VO_2 max, l'endurance à la marche, les fonctions cognitives et neuro-motrices et peut-être diminuent les facteurs de risque cardiovasculaires (revue dans Billinger et coll., 2015). La poursuite de ce type d'activité physique doit être encouragée après la sortie de l'institution sous forme de séances codifiées chez les patients qui ont la capacité de les réaliser sans aide et sans risque. La réalisation d'une activité physique d'intensité élevée (60 à 84 % de la fréquence cardiaque de réserve) doit aussi être précédée d'un test d'effort cardiopulmonaire. Elle peut être proposée progressivement aux patients qui tolèrent bien les intensités modérées. Malgré les bénéfices plus marqués observés après un réentraînement intense, force est de constater que ce niveau d'effort est difficile à maintenir pour les patients avec séquelle motrice (Billinger et

coll., 2015 ; Globas et coll., 2012). Enfin, le réentraînement aérobic fractionné à haute intensité permet d'obtenir dès les premières séances des intensités plus élevées et une quantité de travail totale plus importante que lors des entraînements continus (Boyne et coll., 2013 ; Askim et coll., 2013). Ce type de réentraînement semble améliorer davantage la fonction motrice des patients post-AVC que l'entraînement aérobic en continu (Billinger et coll., 2015). Des études complémentaires sont cependant nécessaires avant de recommander systématiquement sa pratique aux patients capables de la supporter.

Après un AVC, le réentraînement recommandé doit associer un travail aérobic à un renforcement musculaire (Billinger et coll., 2014 ; Hebert et coll., 2016). Des programmes adaptés ont montré que ce type de réhabilitation ne majorait pas la spasticité chez les patients post-AVC (Morris et coll., 2004 ; Patten et coll., 2004).

La durée recommandée des séances varie entre 20 à 60 minutes par séance, en débutant par 20 minutes pour atteindre progressivement 60 minutes (Billinger et coll., 2015). La gravité de l'accident vasculaire cérébral doit aussi être prise en considération et chez les patients les plus déconditionnés et/ou handicapés, il est possible de proposer des séances d'exercice de 10 minutes par jour.

Il existe une relation entre le volume de réentraînement et les bénéfices observés (Schneider et coll., 2016). Ainsi la comparaison de deux programmes de réentraînement (14-92 h *versus* 9-28 h sur 20 semaines) a montré une efficacité accrue du plus volumineux sur la marche à vitesse confortable (Cooke et coll., 2010). La fréquence hebdomadaire recommandée actuellement est de 3 à 5 séances par semaine (Burr et coll., 2012 ; Billinger et coll., 2014 ; Hebert et coll., 2016).

En plus du réentraînement physique, l'autogestion peut offrir aux patients post-AVC un moyen de promouvoir leur rétablissement. Ces programmes d'autogestion peuvent inclure une éducation spécifique sur l'AVC et les effets potentiels. Ils mettent l'accent sur l'acquisition de compétences pour encourager les personnes concernées à prendre une part active dans leur gestion. Cette formation peut inclure l'aide à la résolution de problèmes, l'établissement d'objectifs, la prise de décisions et les habiletés d'adaptation. Une revue *Cochrane* a évalué les effets des interventions d'autogestion sur la qualité de vie des patients post-AVC vivant dans la collectivité, par rapport aux interventions de contrôle inactives ou actives (soins habituels) (Fryer et coll., 2016). En accord avec les critères d'inclusion fixés, 14 ERC regroupant 1 863 patients ont été retenus. Les types et la prestation des programmes variaient beaucoup

selon les études. L'hétérogénéité statistique et le risque de biais étaient faibles. Les études ne pouvaient pas être menées en aveugle ni pour les patients ni pour les encadrants. Six études ont montré que les programmes d'autogestion amélioraient la qualité de vie des patients (DMS 0,34 ; IC 95 % [0,05-0,62] $p = 0,02$) et l'efficacité personnelle (DMS = 0,33 ; IC 95 % [0,04-0,61] $p = 0,03$ mais données de qualité faible). Des études individuelles ont montré un bénéfice pour des comportements liés à la santé comme une diminution de l'utilisation des services de santé, du tabagisme, de la consommation d'alcool, et un bon équilibre alimentaire. Il n'a cependant pas été noté d'effet supplémentaire sur les activités de la vie quotidienne, l'observance médicamenteuse, la participation sociale ou l'humeur. Les résultats de cette revue sont donc en faveur d'un effet bénéfique des programmes d'autogestion sur l'amélioration de la qualité de vie et l'auto-efficacité des patients post-AVC qui vivent dans la collectivité. Des programmes personnalisés réalisés avec des professionnels spécifiquement formés et des pairs survivants et/ou soignants existent. Des études précisant les caractéristiques clés de ces programmes d'autogestion et l'évaluation de leur rapport coût/efficacité paraissent nécessaires.

Après son séjour en institution, le patient post-AVC doit poursuivre une AP régulière en y associant une répétition des gestes de la vie courante (Billinger et coll., 2014 ; Hebert et coll., 2016).

Conclusion

Une activité physique doit être associée le plus précocement possible au traitement médical optimal chez les patients ayant eu un AVC. En effet, ces patients sont très inactifs et sédentaires du fait des séquelles fonctionnelles de l'AVC et souvent aussi de leur mode de vie pré-événement. Outre le retentissement sur la vie sociale, ce mode de vie aggrave les facteurs de risque classiques de la maladie athéromateuse avec risque d'autres atteintes vasculaires et de récurrence d'AVC. La pratique d'une activité physique ne présente pas de risque particulier chez ces patients et n'aggrave pas en particulier la spasticité musculaire. Les effets de l'activité physique sur la capacité aérobie des patients post-AVC sont nets. Les bénéfices sur les fonctions cognitives et le niveau de dépendance de ces patients sont actuellement plus discutés.

Cependant, les modalités de la mise en place et le mode optimal de pratique de cette activité physique restent actuellement mal précisés. D'après les données actuelles, l'activité physique doit au mieux être mise en place précocement après l'AVC en centre de réhabilitation neurologique. Une évaluation des réponses à l'effort, en particulier au niveau cardiovasculaire est recommandée

pour individualiser au mieux la réhabilitation physique. L'association d'une intervention d'autogestion individuelle a un effet bénéfique supplémentaire. Après la sortie du centre, l'activité physique doit être pratiquée de manière journalière et indéfiniment. Aux activités journalières qui sont essentielles, doit être associée une activité physique spécifique avec travail de type aérobie et renforcement musculaire, adaptée individuellement au handicap et à la capacité aérobie. La nécessité d'une surveillance par un professionnel de santé dépendra du niveau de risque cardiovasculaire du patient.

Des études complémentaires de bonne qualité incluant de grands échantillons de patients sont indispensables en particulier pour :

- étudier l'effet de l'activité physique sur la mortalité, les morbidités et les fonctions cognitives des patients après un accident vasculaire cérébral ;
- préciser l'absence d'effet délétère et les bénéfices éventuels de débiter dans les 24 premières heures post accident vasculaire cérébral la mobilisation physique ;
- définir les modes de réentraînement optimaux chez les patients pour lesquels le handicap fonctionnel individuel joue un rôle majeur.

RÉFÉRENCES

Ammann BC, Knols RH, Baschung P, *et al.* Application of principles of exercise training in sub-acute and chronic stroke survivors: a systematic review. *BMC Neurol* 2014 ; 14 : 167-71.

Anses. *Actualisation des repères du PNNS – Révisions des repères relatifs à l'activité physique et à la sédentarité*. Avis de l'Anses, Rapport d'expertise collective, février 2016 : 550 p.

Appelros P, Gunnarsson KE, Terent A. Ten-year risk for myocardial infarction in patients with first-ever stroke: a community based study. *Acta Neurol Scand* 2011 ; 124 : 383-9.

Askim T, Dahl AE, Aamot IL, *et al.* High-intensity aerobic interval training for patients 3-9 months after stroke. A feasibility study. *Physiother Res Int* 2014 ; 19 : 129-39.

Béjot Y, Daubail B, Jacquin A, *et al.* Trends in the incidence of ischaemic stroke in young adults between 1985 and 2011: the Dijon stroke registry. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2014 ; 85 : 509-13.

Bernhardt J, Chan J, Nicola I, *et al.* Little therapy, little physical activity: rehabilitation within the first 14 days of organized stroke unit care. *J Rehabil Med* 2007 ; 39 : 43-8.

- Bernhardt J, English C, Johnson L, *et al.* Early mobilization after stroke: early adoption but limited evidence. *Stroke* 2015 ; 46 : 1141-6.
- Bernhardt J, Thuy MNT, Collier JM, *et al.* Very early versus delayed mobilisation after stroke. *Cochrane Database Syst Rev* 2009 : CD006187.
- Bernhardt J, Dewey H, Thrift A, *et al.* A very early rehabilitation trial for stroke (AVERT): phase II safety and feasibility. *Stroke* 2008 ; 39 : 390-6.
- Billinger SA, Arena R, Bernhardt J, *et al.* Physical activity and exercise recommendations for stroke survivors: a statement for healthcare professionals from the American heart association/American stroke association. *Stroke* 2014 ; 45 : 2532-53.
- Billinger SA, Pierce Boyne P, Coughenour E, *et al.* Does aerobic exercise and the FITT principle fit into stroke recovery? *Curr Neurol Neurosci Rep* 2015 ; 15 : 519-33.
- Bohannon R. Six-minute walk test: a meta-analysis of data from apparently healthy elders. *Top Ger Rehabil* 2007 ; 23 : 155-60.
- Borschmann K, Pang MYC, Julie Bernhardt J, *et al.* Stepping towards prevention of bone loss after stroke: a systematic review of the skeletal effects of physical activity after stroke. *Int J Stroke* 2012 ; 7 : 330-5.
- Boyne P, Dunning K, Carl D, *et al.* High-intensity interval training in stroke rehabilitation. *Top Stroke Rehabil* 2013 ; 20 : 317-30.
- Boyne P, Reisman D, Brian M, *et al.* Ventilatory threshold may be a more specific measure of aerobic capacity than peak oxygen consumption rate in persons with stroke. *Top Stroke Rehabil* 2016a ; 25 : 1-9.
- Boyne P, Dunning K, Carl D, *et al.* High-intensity interval training and moderate-intensity continuous training in ambulatory chronic stroke: feasibility study. *Phys Ther* 2016b ; 96 : 1533-44.
- Boyne P, Welge J, Kissela B, *et al.* Factors influencing the efficacy of aerobic exercise for improving fitness and walking capacity after stroke: a meta-analysis with meta-regression. *Arch Phys Med Rehabil* 2017 ; 98 : 581-95.
- Brewer L, Horgan F, Hickey A, *et al.* Stroke rehabilitation: recent advances and future therapies. *QJM* 2013 ; 106 : 11-25.
- Brown C, Fraser JE, Inness EL, *et al.* Does participation in standardized aerobic fitness training during inpatient stroke rehabilitation promote engagement in aerobic exercise after discharge? A cohort study. *Top Stroke Rehabil* 2014 ; 21 (suppl 1) : S42-51.
- Burr J, Shephard RJ, Zehr EP. Physical activity after stroke and spinal cord injury. Evidence-based recommendations on clearance for physical activity and exercise. *Can Fam Physician* 2012 ; 58 : 1236-9.
- Charalambos C, Charalambous MS, Heather Shaw B, *et al.* Rehabilitating walking speed poststroke with treadmill-based interventions: a systematic review of randomized controlled trials. *Neurorehab Neural Repair* 2013 ; 27 : 709-21.
- Chung CS, Pollock A, Campbell T, *et al.* Cognitive rehabilitation for executive dysfunction in adults with stroke or other adult non-progressive acquired brain damage. *Cochrane Database Syst Rev* 2013 ; 30 : CD008391.pub2.

Clark DJ, Patten C. Eccentric versus concentric resistance training to enhance neuromuscular activation and walking speed following stroke. *Neurorehab Neural Repair* 2012 ; 27 : 335-44.

Coelho HJ Jr, Gambassi BB, Diniz TA, *et al.* Inflammatory mechanisms associated with skeletal muscle sequelae after stroke: role of physical exercise. *Med Inflamm* 2016, 3957958, 19 p.

Constans A, Pin-Barre C, Temprado JJ, *et al.* Influence of aerobic training and combinations of interventions on cognition and neuroplasticity after stroke. *Front Aging Neurosci* 2016 ; 8 : 164.

Cooke EV, Mares K, Clark A, *et al.* The effects of increased dose of exercise-based therapies to enhance motor recovery after stroke: a systematic review and meta-analysis. *BMC Medicine* 2010, 8 : 60.

Craig LE, Bernhardt J, Langhorne P, *et al.* Early mobilization after stroke an example of an individual patient data meta-analysis of a complex intervention. *Stroke* 2010 ; 41 : 2632-6.

Crichton SL, Bray BD, McKeivitt C, *et al.* Patient outcomes up to 15 years after stroke: survival, disability, quality of life, cognition and mental health. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2016 ; 87 : 1091-8.

Cumming TB, Thrift AG, Collier JM, *et al.* Very early mobilization after stroke fast-tracks return to walking: further results from the phase II AVERT randomized controlled trial. *Stroke* 2011 ; 42 : 153-8.

Cumming TB, Tyedin K, Churilov L, *et al.* The effect of physical activity on cognitive function after a stroke: a systematic review. *Inter Psychoger* 2012 ; 24 : 557-67.

De Chen M, Rimmer JH. Effects of exercise on quality of life in stroke survivors. a meta-analysis. *Stroke* 2011 ; 42 : 832-7.

Dhamoon MS, Sciacca RR, Rundek T, *et al.* Recurrent stroke and cardiac risks after first ischemic stroke: the Northern Manhattan study. *Neurology* 2006 ; 66 : 641-6.

Ding M. Tai Chi for stroke rehabilitation: a focused review. *Am J Phys Med Rehabil* 2012 ; 91 : 1091-6.

Diserens K, Moreira T, Hirt L, *et al.* Early mobilization out of bed after ischaemic stroke reduces severe complications but not cerebral blood flow: a randomized controlled pilot trial. *Clin Rehabil* 2012 ; 26 : 451-9.

Doyle L, Mackay-Lyons M. Utilization of aerobic exercise in adult neurological rehabilitation by physical therapists in Canada. *J Neurol Phys Ther* 2013 ; 37 : 20-6.

Egan KJ, Janssen H, Sena ES, *et al.* Exercise reduces infarct volume and facilitates neurobehavioral recovery: results from a systematic review and meta-analysis of exercise in experimental models of focal ischemia. *Neurorehab Neural Repair* 2014 ; 28 : 800-12.

English C, Healy GN, Coates A, *et al.* Sitting and activity time in people with stroke. *Phys Ther* 2016a ; 96 : 193-201.

English C, Healy GN, Coates A, *et al.* Sitting time and physical activity after stroke: physical ability is only part of the story. *Top Stroke Rehabil* 2016b ; 23 : 36-42.

English C, Manns PJ, Tucak C, *et al.* Physical activity and sedentary behaviors in people with stroke living in the community: a systematic review. *Phys Ther* 2014 ; 94 : 185-96.

Faulkner J, Lambrick D, Woolley B, *et al.* The long-term effect of exercise on vascular risk factors and aerobic fitness in those with transient ischaemic attack: a randomized controlled trial. *J Hypertens* 2014 ; 32 : 2064-70.

Faulkner J, McGonigal G, Woolley B, *et al.* A randomized controlled trial to assess the psychosocial effects of early exercise engagement in patients diagnosed with transient ischaemic attack and mild, non-disabling stroke. *Clin Rehabil* 2015 ; 29 : 783-94.

Fini NA, Holland AE, Keating J, *et al.* How is physical activity monitored in people following stroke? *Disabil Rehabil* 2015 ; 37 : 1717-31.

Fryer CE, Luker JA, McDonnell MN, *et al.* Self management programmes for quality of life in people with stroke. *Cochrane Database Syst Rev* 2016 ; 8 : CD010442.

Galvin R, Murphy B, Cusack T, *et al.* The impact of increased duration of exercise therapy on functional recovery following stroke – what is the evidence? *Top Stroke Rehabil* 2008 ; 15 : 365-77.

Gerrits KH, Beltman MJ, Koppe PA, *et al.* Isometric muscle function of knee extensors and the relation with functional performance in patients with stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 2009 ; 90 : 480-7.

Globas C, Becker C, Cerny J, *et al.* Chronic stroke survivors benefit from high-intensity aerobic treadmill exercise: a randomized control trial. *Neurorehabil Neural Repair* 2012 ; 26 : 85-95.

Gomes-Neto M, Saquetto MB, Silva CM, *et al.* Effects of respiratory muscle training on respiratory function, respiratory muscle strength, and exercise tolerance in patients poststroke: a systematic review with meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil* 2016 ; 97 : 1994-2001.

Gordon NF, Gulanick M, Costa F, *et al.* Physical activity and exercise recommendations for stroke survivors: an American heart association scientific statement from the Council on clinical cardiology, Subcommittee on exercise cardiac rehabilitation, and prevention; the council on cardiovascular nursing; the Council on nutrition, physical activity, and metabolism; and the Stroke council. *Circulation* 2004 ; 109 : 2031-41.

Greenlund KJ, Giles WH, Keenan NL, *et al.* Physician advice, patient actions, and health-related quality of life in secondary prevention of stroke through diet and exercise. *Stroke* 2002 ; 33 : 565-70.

Hebert D, Lindsay MP, McIntyre A, *et al.* Canadian stroke best practice recommendations: stroke rehabilitation practice guidelines, update 2015. *Int J Stroke* 2016, 11 : 459-84.

Howard VJ, McDonnell MN. Physical activity in primary stroke prevention just do it! *Stroke* 2015 ; 46 : 1735-9.

Howley ET. Type of activity : resistance, aerobic and leisure versus occupational physical activity. *Med Sci Sports Exerc* 2001 ; 33 (6 suppl) : S364-420.

Inserm. *Activité physique. Contextes et effets sur la santé*. Collection *Expertise collective*. Paris : Éditions Inserm, 2008 : 812 p.

Kendall BJ, Gothe NP. Effect of aerobic exercise interventions on mobility among stroke patients: a systematic review. *Am J Phys Med Rehabil* 2016 ; 95 : 214-24.

Ki-Jong K, Hwang-Yong K, In-Ae C. Correlations between the sequelae of stroke and physical activity in Korean adult stroke patients. *J Phys Ther Sci* 2016 ; 28 : 1916-21.

Kirk H, Kersten P, Crawford P, *et al.* The cardiac model of rehabilitation for reducing cardiovascular risk factors post transient ischaemic attack and stroke: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil* 2014 ; 28 : 339-49.

Kramer S, Johnson L, Bernhardt J, *et al.* Energy expenditure and cost during walking after stroke: a systematic review. *Arch Phys Med Rehabil* 2016 ; 97 : 619-32.

Kunkel D, Fitton C, Burnett M, *et al.* Physical inactivity post-stroke: a 3-year longitudinal study. *Disabil Rehabil* 2015 ; 37 : 304-10.

Kuwashiro T, Sugimori H, Ago T, *et al.* Risk factors predisposing to stroke recurrence within one year of non-cardioembolic stroke onset: the Fukuoka stroke registry. *Cerebrovasc Dis* 2012 ; 33 : 141-9.

Kwok T, Lo RS, Wong E, *et al.* Quality of life of stroke survivors: a 1-year follow-up study. *Arch Phys Med Rehabil* 2006 ; 87 : 1177-82 ; quiz 1287.

Lacroix J, Daviet JC, Borel B, *et al.* Physical activity level among stroke patients hospitalized in a rehabilitation unit. *PMR* 2016 ; 8 : 97-104.

Lager KE, Mistri AK, Khunti K, *et al.* Interventions for improving modifiable risk factor control in the secondary prevention of stroke. *Cochrane Database Syst Rev* 2014 : CD009103.pub2.

Langhammer B, Becker F, Sunnerhagen KS, *et al.* Specialized stroke rehabilitation services in seven countries: Preliminary results from nine rehabilitation centers. *Int J Stroke* 2015 ; 10 : 1236-46.

Langhorne P, Stott D, Knight A, *et al.* Very early rehabilitation or intensive telemetry after stroke: a pilot randomized trial. *Cerebrovasc Dis* 2010 ; 29 : 352-60.

Laver KE, George S, Thomas S, *et al.* Virtual reality for stroke rehabilitation. *Cochrane Database Syst Rev* 2015 : CD008349.

Laver KE, Schoene D, Crotty M, *et al.* Telerehabilitation services for stroke. *Cochrane Database Syst Rev* 2013 : CD010255.

Lennon O, Galvin R, Smith K, *et al.* Lifestyle interventions for secondary disease prevention in stroke and transient ischaemic attack: a systematic review. *Eur J Prevent Cardiol* 2014 ; 21 : 1026-39.

Liu N, Cadilhac DA, Andrew NE, *et al.* Randomized controlled trial of early rehabilitation after intracerebral hemorrhage stroke: difference in outcomes within 6 months of stroke. *Stroke* 2014 ; 45 : 3502-7.

Lohse KR, Lang CE, Boyd LA. Is more better? Using metadata to explore dose-response relationships in stroke rehabilitation. *Stroke* 2014 ; 45 : 2053-8.

Lucas SJ, Cotter JD, Brassard P, *et al.* High-intensity interval exercise and cerebrovascular health: curiosity, cause, and consequence. *J Cereb Blood Flow Metab* 2015 ; 35 : 902-11.

Luker J, Lynch E, Bernhardsson S, *et al.* Stroke survivors' experiences of physical rehabilitation: a systematic review of qualitative studies. *Arch Phys Med Rehabil* 2015 ; 96 : 1698-708.

Lynch E, Susan Hillier S, Cadilhac D. When should physical rehabilitation commence after stroke: a systematic review. *Int J Stroke* 2014 ; 9 : 468-78.

Mackay-Lyons MJ, Macko R, Howlett J. Cardiovascular fitness and adaptations to aerobic training after stroke. *Physiother Can* 2006 ; 58 : 103-13.

MacKay-Lyons M, Gubitz G, Giacomantonio N, *et al.* Program of rehabilitative exercise and education to avert vascular events after non-disabling stroke or transient ischemic attack (PREVENT Trial): a multi-centred, randomised controlled trial. *BMC Neurol* 2010 ; 10 : 122.

Mansfield A, Knorr S, Poon V, *et al.* Promoting optimal physical exercise for life: an exercise and self-management program to encourage participation in physical activity after discharge from stroke rehabilitation: a feasibility study. *Stroke Res Treat* 2016 : doi : 10.1155/2016/9476541.

Marsden DL, Dunn A, Callister R, *et al.* Characteristics of exercise training interventions to improve cardiorespiratory fitness after stroke: a systematic review with meta-analysis. *Neurorehabil Neural Repair* 2013 ; 20 : 1-18.

Marzolini S, Oh P, Corbett D, *et al.* Prescribing aerobic exercise intensity without cardiopulmonary exercise test post stroke: utility of the six-minute walk test. *J Stroke Cerebrovasc Dis* 2016 ; 25 : 2222-31.

Marzolini S, Tang A, McIlroy W, *et al.* Outcomes in people after stroke attending an adapted cardiac rehabilitation exercise program: does time from stroke make a difference? *J Stroke Cerebrovasc Dis* 2014 ; 23 : 1648-56.

Mazzeo RS, Tanaka H. Exercise prescription for the elderly: current recommendations. *Sports Med* 2001 ; 31 : 809-18.

Michael KM, Allen JK, Macko RF. Reduced ambulatory activity after stroke: the role of balance, gait, and cardiovascular fitness. *Arch Phys Med Rehabil* 2005 ; 86 : 1552-56.

Moore SA, Jakovljevic DG, Ford GA, *et al.* Exercise induces peripheral muscle but not cardiac adaptations after stroke: a randomized controlled pilot trial. *Arch Phys Med Rehab* 2016 ; 97 : 596-603.

Morén C, Welmer AK, Hagströmer M, *et al.* The effects of “physical activity on prescription” in persons with transient ischemic attack: A randomized controlled study. *J Neurol Phys Ther* 2016 ; 40 : 176-83.

Morris SL, Dodd KJ, Morris ME. Outcomes of progressive resistance strength training following stroke: a systematic review. *Clin Rehabil* 2004 ; 18 : 27-39.

Naci H, Ioannidis JPA. Comparative effectiveness of exercise and drug interventions on mortality outcomes: meta-epidemiological study. *Br J Sports Med* 2015 ; 49 : 1414-22.

Pang M, Lau R. The effects of treadmill exercise training on hip bone density and tibial bone geometry in stroke survivors: a pilot study. *Neurorehabil Neural Repair* 2009 ; 24 : 368-76.

Pang MYC, Charlesworth SA, Lau, RWK, *et al.* Using aerobic exercise to improve health outcomes and quality of life in stroke: evidence-based exercise prescription recommendations. *Cerebrovasc Dis* 2013 ; 35 : 7-22.

Patten C, Lexell J, Brown HE. Weakness and strength training in persons with poststroke hemiplegia: rationale, method, and efficacy. *J Rehabil Res Dev* 2004 ; 41 : 293-312.

Patterson SL, Forrester LW, Rodgers MM, *et al.* Determinants of walking function after stroke: differences by deficit severity. *Arch Phys Med Rehabil* 2007 ; 88 : 115-9.

Paul SL, Sturm JW, Dewey HM, *et al.* Long-term outcome in the North East Melbourne stroke incidence study: predictors of quality of life at 5 years after stroke. *Stroke* 2005 ; 36 : 2082-6.

Perry J, Garrett M, Gronley JK, *et al.* Classification of walking handicap in the stroke population. *Stroke* 1995 ; 26 : 982-9.

Pollock A, Baer G, Pomeroy V, *et al.* Physiotherapy treatment approaches for the recovery of postural control and lower limb function following stroke. *Cochrane Database Syst Rev* 2007 : CD001920.

Pollock A, Baer G, Campbell P, *et al.* Physical rehabilitation approaches for the recovery of function and mobility following stroke. *Cochrane Database Syst Rev* 2014 : CD001920.

Pollock A, Campbell P, Baer G, *et al.* Challenges in integrating international evidence relating to stroke rehabilitation: experiences from a Cochrane systematic review. *Int J Stroke* 2014 ; 9 : 965-7.

Prajapati SK, Mansfield A, Gage WH, *et al.* Cardiovascular responses associated with daily walking in subacute stroke. *Stroke Res Treat* 2013 ; 2013 : 612458.

Prout EC, Mansfield A, McIlroy WE, *et al.* Patients' perspectives on aerobic exercise early after stroke. *Disabil Rehabil* 2016 ; 26 : 1-7.

Rand D, Eng J, Tang PF, *et al.* How active are people with stroke? Use of accelerometers to assess physical activity. *Stroke* 2009 ; 40 : 163-8.

Saunders DH, Sanderson M, Brazzelli M, *et al.* Physical fitness training for stroke patients. *Cochrane Database Syst Rev* 2013, Issue 10. doi : 10.1002/14651858.

Saunders DH, Sanderson M, Hayes S, *et al.* Physical fitness training for stroke patients. *Cochrane Database Syst Rev* 2016 : CD003316.pub6.

Scherbakov N, von Haehling S, Anker SD, *et al.* Stroke induced sarcopenia: muscle wasting and disability after stroke. *Int J Cardiol* 2013 ; 170 : 89-94.

Schneider EJ, Lannin NA, Ada L, *et al.* Increasing the amount of usual rehabilitation improves activity after stroke: a systematic review. *J Physiother* 2016 ; 62 : 182-7.

Smith AC, Saunders DH, Mead G. Cardiorespiratory fitness after stroke: a systematic review. *Int J Stroke* 2012 ; 7 : 499-510.

Stoller O, de Bruin ED, Knols RH, *et al.* Effects of cardiovascular exercise early after stroke: systematic review and meta-analysis. *BMC Neurology* 2012; 12 : 45.

Sundseth A, Thommessen B, Ronning OM. Outcome after mobilization within 24 hours of acute stroke: a randomized controlled trial. *Stroke* 2012 ; 43 : 2389-94.

Tang A, Sibley KM, Thomas SG, *et al.* Effects of an aerobic exercise program on aerobic capacity, spatiotemporal gait parameters, and functional capacity in subacute stroke. *Neurorehabil Neural Repair* 2009 ; 23 : 398-406.

The AVERT Trial Collaboration group. Efficacy and safety of very early mobilisation within 24 h of stroke onset (AVERT): a randomised controlled trial. *Lancet* 2015 ; 386 : 46-55.

Van der Ploeg HP, Streppel KRM, van der Beek AJ, *et al.* Counseling increases physical activity behavior nine weeks after rehabilitation. *Br J Sports Med* 2006 ; 40 : 223-9.

Veerbeek JM, van Wegen E, van Peppen R, *et al.* What is the evidence for physical therapy poststroke? A systematic review and meta-analysis. *PLoS One* 2014 ; 9 : e87987.

Veldsman M, Churilov L, Werden E, *et al.* Physical activity after stroke is associated with increased interhemispheric connectivity of the dorsal attention network. *Neurorehabil Neural Repair* 2017 ; 31 : 157-67.

Wensing M, Wollersheim H, Grol R. Organizational interventions to implement improvements in patient care: a structured review of reviews. *Implement Sci* 2006 ; 1 : 2.

Woolley B, Stoner L, Lark S, *et al.* Effect of early exercise engagement on arterial stiffness in patients diagnosed with a transient ischaemic attack. *Hum Hypertens* 2015 ; 29 : 87-91.

Xiao Y, Luo M, Wang J, *et al.* Inspiratory muscle training for the recovery of function after stroke. *Cochrane Database Syst Rev* 2012 : CD009360.pub2.

Zhang WW, Speare S, Churilov L, *et al.* Stroke rehabilitation in China: a systematic review and meta-analysis. *Int J Stroke* 2014 ; 9 : 494-502.

Zheng G, Zhou W, Xia R, *et al.* Aerobic exercises for cognition rehabilitation following stroke: a systematic review. *J Stroke Cerebrovasc Dis* 2016 ; 25 : 2780-9.

13

Bronchopneumopathie chronique obstructive

La bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO) est une maladie fréquente, évitable et traitable. Elle se caractérise par la persistance des symptômes respiratoires et de la limitation des débits bronchiques qui sont dus à des anomalies des voies aériennes et/ou des alvéoles provoquées habituellement par une exposition significative à des particules ou des gaz nocifs (*Global initiative for Chronic Obstructive Lung Disease*, 2017). Elle s'accompagne également de nombreux effets extra-pulmonaires dits systémiques qui déterminent en partie la sévérité globale de la pathologie (Decramer et coll., 2012). Les atteintes systémiques (musculaires, cardiaques, vasculaires...) sont telles que la BPCO est actuellement présentée comme une maladie générale à point de départ respiratoire. Parmi ces atteintes, l'altération de la fonction musculaire périphérique nous intéressera tout particulièrement.

Données épidémiologiques majeures

La BPCO est une maladie en progression constante. En 2008, un rapport de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) prévoyait que la mortalité due à la BPCO serait en 2030 la 3^e principale cause de mortalité au niveau mondial (*World Health Statistics*, 2008). Des données récentes montrent malheureusement que cette prévision était sous-estimée, puisque en 2012 elle atteignait déjà ce rang (Lozano et coll., 2012). Depuis les 30-40 dernières années, la mortalité liée à la BPCO augmente plus rapidement chez les femmes que chez les hommes en dépit de larges fluctuations selon les pays concernés et la gravité de l'exposition au tabac (Rycroft et coll., 2012).

En France, la prévalence de la BPCO est estimée entre 5 et 10 % (Fuhrman et Delmas, 2010), bien que très certainement sous-évaluée, en raison d'un dépistage complexe et coûteux à mettre en œuvre dans le cadre d'études épidémiologiques. Son incidence tend à se stabiliser chez les hommes mais augmente chez les femmes, le nombre d'hospitalisations augmentant

globalement (Fuhrman et Delmas, 2010). Entre 2000 et 2010, la mortalité liée à la BPCO a reculé chez les hommes (-1 % en moyenne par an) et augmenté chez les femmes [+ 0,6 % par an (Prost et Rey, 2015)]. En 2012, le nombre d'hospitalisations pour exacerbation de la BPCO était compris entre 95 000 et 145 000 selon les indicateurs employés (Prost et Rey, 2015). Le coût direct moyen de la BPCO varie globalement entre 3 700 et 7 500 euros par patient et par an selon la gravité de la pathologie, auquel il convient d'ajouter des coûts indirects liés aux pertes de productivité et à un absentéisme professionnel (Patout et coll., 2014) et au-delà, pour la personne, la dégradation de la qualité de vie en raison d'une dyspnée invalidante et d'une altération de sa tolérance à l'effort.

En dehors de l'oxygénothérapie de longue durée destinée aux patients les plus gravement atteints, l'activité physique est à l'heure actuelle la seule thérapeutique avec un niveau de preuve de grade A (critère le plus élevé dans l'*Evidence Based Medicine*⁹⁹) pour la prise en charge de ces patients. Ses bases physiopathologiques sont connues et permettent de comprendre les effets de l'exercice sur la BPCO, sur les contraintes ventilatoires, sur la dysfonction musculaire et métabolique ainsi que sur les altérations cardiaques souvent reliées à des interactions cœur-poumons dépendantes de l'hyperinflation dynamique¹⁰⁰ (Spruit et coll., 2013). Depuis 1996, date de la première méta-analyse sur la question, l'efficacité de l'activité physique, véritable pierre angulaire de la réhabilitation respiratoire, a été régulièrement étayée et confirmée. Les données relatives aux effets de l'activité physique sont essentiellement issues de cette littérature riche et abondante.

Bénéfices de la pratique d'une activité physique en termes de mortalité

La première revue générale de consensus réalisée en 2007 (Ries et coll., 2007) avait conclu que la réhabilitation respiratoire avait un impact sur la baisse de la mortalité, mais seulement avec un grade C (*Evidence Based Medicine*). Ce constat reposait sur deux travaux aux résultats peu consistants, qui ne permettaient donc pas une quelconque généralisation (Griffiths et coll.,

99. Ou Médecine Basée sur la Preuve. Elle est définie comme étant une « utilisation consciencieuse, explicite et judicieuse des meilleures preuves actuelles, afin de prendre des décisions concernant la prise en charge personnalisée de chaque patient » (Sackett et coll., 1996).

100. Augmentation de la capacité résiduelle fonctionnelle survenant au cours de l'exercice. Les conséquences principales sont une diminution de la capacité inspiratoire, une utilisation des muscles respiratoires dans une configuration géométrique défavorable induisant un surcoût énergétique de la ventilation et une dyspnée, ainsi que des répercussions cardiaques liées aux modifications importantes des pressions intra-thoraciques.

2000 ; Ries et coll., 1995). De nouveaux travaux ont complété cette évaluation de façon parfois indirecte mais convaincante, par l'analyse des impacts fonctionnels de la réhabilitation respiratoire sur des éléments liés à la gravité de la BPCO et à sa mortalité. Sur un suivi de 3 ans chez 80 patients atteints de BPCO, il a été montré que la réhabilitation respiratoire permettait de réduire le rythme de déclin du volume expiratoire maximal par seconde (VEMS), marqueur essentiel de la gravité de l'obstruction bronchique (74 ml chez les patients entraînés *versus* 149 ml chez les patients contrôles ; Stav et coll., 2009). Cette donnée est d'une grande importance puisque la relation entre la mortalité et le VEMS est élevée quand ce dernier est inférieur à 50 % de sa valeur théorique (Celli, 2010). Stav et coll. (2009) ont également mis en évidence des effets majeurs obtenus sur la tolérance à l'effort et la réduction de la dyspnée déjà largement cités depuis les premières méta-analyses sur l'efficacité de la réhabilitation respiratoire, et il est maintenant clairement établi que la distance au test de marche de 6 minutes est un excellent prédicteur de survie. En effet, en deçà d'une performance comprise entre 334 m (Spruit et coll., 2012) et 361 m (Casanova et coll., 2008), le risque de mortalité associé à la BPCO augmente de façon significative, ce risque étant potentialisé en cas de désaturation au test de marche (Casanova et coll., 2008). Cette efficacité est également retrouvée sur des performances fonctionnelles évaluées avec d'autres tests comme le *sit-to-stand test* (Bohannon, 2012) ou la mesure de la force des fléchisseurs des doigts (Puhan et coll., 2013). Enfin, il est maintenant reconnu que la perte de masse musculaire (Marquis et coll., 2002) et la faiblesse musculaire (Swallow et coll., 2007) sont fortement associées à la mortalité, indépendamment de la sévérité de l'atteinte respiratoire. Ces travaux mettent en évidence le caractère prédictif de l'altération des adaptations fonctionnelles d'exercice et leurs déterminants musculaires avec le risque de mortalité chez les personnes atteintes de BPCO.

Au-delà des effets sur la réhabilitation respiratoire rapportés dans la littérature, d'autres travaux longitudinaux de grande qualité éclairent le caractère prédictif du niveau d'activité physique sur la probabilité de survie des patients atteints de BPCO, en utilisant des méthodes différentes basées sur des mesures objectives (Garcia-Rio et coll., 2012 ; Waschki et coll., 2011) ou auto-rapportées (Garcia-Aymerich et coll., 2008) du niveau d'activité physique. Les résultats obtenus sur différentes cohortes incluant 170 à plus de 6 500 patients suivis sur des périodes de 4 à 18 ans, sont extrêmement homogènes et révèlent que la probabilité de survie chute de façon spectaculaire avec la diminution du niveau d'activité physique habituel, même en tenant compte de tous les facteurs confondants comme l'obstruction bronchique. La figure 13.1 illustre parfaitement cette réalité : la médiane supérieure des

patients les plus actifs (Q3 et Q4) présente des probabilités de survie sur 6 ans comprises entre 95 et 97 % quand la médiane inférieure des patients les moins actifs (Q1 et Q2) voit la probabilité de survie chuter entre 38 et 65 % pour la même durée de suivi.

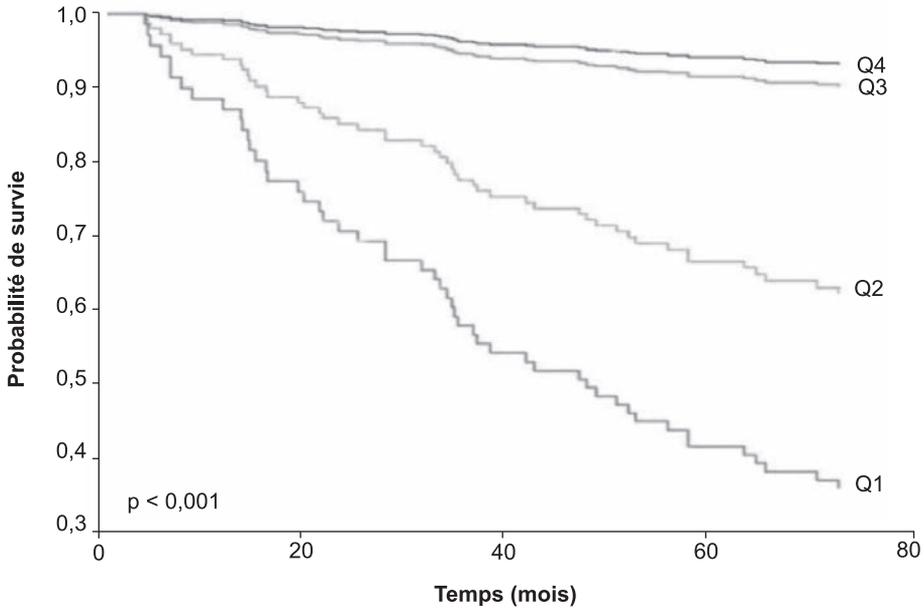


Figure 13.1 : Courbes de Kaplan-Meier sur la probabilité de survie en fonction du niveau d'activité physique mesuré par accélérométrie. Les quartiles 1 et 2 cumulés (qui représentent la moitié des patients BPCO les plus inactifs) sont ceux qui présentent les probabilités de survie les plus dégradées (d'après Garcia-Rio et coll., 2012)

© 2012, The American College of Chest Physicians.

L'impact du niveau d'activité physique sur la survie et les exacerbations dans la BPCO est également attesté par une revue systématique (Gimeno-Santos et coll., 2014). Cette revue met en évidence chez les patients les plus actifs une diminution significative du risque relatif d'épisodes d'exacerbations [risque relatif (RR) compris entre 0,1 et 0,8 selon les travaux] et de mortalité (à l'exception d'une étude, le RR est compris entre 0,01 et 0,81). Par ailleurs, le niveau d'activité physique s'avère être à lui seul un prédicteur remarquable de la survie. Sur un suivi longitudinal de 4 ans, il a pu être ainsi démontré que le risque absolu de mortalité chez des patients très inactifs, sédentaires et actifs (au sens de la classification de l'OMS) était respectivement de 31 %, 9 %, and 0 % (Waschki et coll., 2011). De même, ces auteurs ont pu déterminer que la réalisation de 1 845 pas quotidiens supplémentaires diminuait

de moitié le risque de décès [*hazard ratio* (HR) = 0,46]. Plus étonnant encore, le niveau d'activité physique se révèle être plus prédictif de la survie que les marqueurs de l'inflammation systémique, les variables morphologiques et fonctionnelles cardiaques, les taux d'adipokines (Waschki et coll., 2011), le profil métabolique et lipidique, la consommation de tabac et d'alcool et l'utilisation des soins de santé sur les 12 derniers mois (Garcia-Aymerich et coll., 2008). Enfin, il a été récemment démontré par une étude interventionnelle que la pratique d'une heure d'activité physique par jour chez ces patients permettait de réduire de 30 % la mortalité sur une période de 6,5 ans (Loprinzi et Walker, 2016).

Niveau d'activité physique et de sédentarité des patients atteints de bronchopneumopathie chronique obstructive

Depuis la fin des années 1990, il est connu que les patients atteints de BPCO ont globalement un niveau d'activité physique réduit comparé à des sujets sains de même âge avec en moyenne 40 à 60 % de nombre de pas en moins et une réduction de moitié du temps de marche. Les travaux récents ont complété ces données en prenant en compte les disparités nationales (*via* des études multicentriques), l'intensité des activités physiques pratiquées et la sévérité de la BPCO. Il est ainsi établi que la réduction d'activité physique concerne toutes les intensités possibles (depuis les efforts les plus modestes aux intensités d'exercice les plus élevées) ; les patients atteints de BPCO pratiquent une quantité d'activité physique d'intensité légère, modérée ou élevée¹⁰¹ se situant respectivement à 50 %, 36 % et 34 % de ce que font des sujets sains d'âge équivalent (Troosters et coll., 2010). Des résultats comparables sont obtenus avec une méthode différente reposant sur un ratio entre la dépense énergétique totale de la journée et la dépense énergétique nocturne (Watz et coll., 2009). Cette méthode permet de définir des patients actifs quand ce ratio (appelé NAP pour Niveau d'Activité Physique) est supérieur à 1,7, sédentaires quand il est compris entre 1,4 et 1,69 et très inactifs quand il est inférieur à 1,4 (Black et coll., 1996). L'impact de la sévérité de la pathologie sur l'activité physique est également un élément majeur : la proportion de patients très inactifs augmente avec l'importance de l'obstruction bronchique. Seulement 10 % des patients présentant une sévérité de grade III sont considérés comme actifs et aucun au grade IV (selon la classification

101. Les intensités des activités physiques sont définies ici en fonction d'un multiple du METs (le METs est un équivalent énergétique correspondant à une dépense énergétique de repos). Une activité physique sera qualifiée de légère à partir d'une intensité de 2,5 METs, de modérée à partir de 3,6 METs et élevée au-delà de 6 METs.

GOLD¹⁰², ce grade est caractérisé par l'obstruction bronchique la plus importante ; figure 13.2). Des résultats similaires sont retrouvés avec une mesure objective du nombre de pas : en fonction de la gravité de la BPCO (du grade I au grade IV), le nombre de pas réalisés quotidiennement se situe respectivement à 87, 70, 49 et 29 % de ce que font les sujets sains de même âge. Par conséquent, les patients atteints de BPCO réduisent d'autant plus leur activité physique que leur pathologie est sévère. Sur un plan plus qualitatif, le niveau d'activité physique d'intensité modérée est réduit de 47 % chez les patients atteints de BPCO de grade I jusqu'à 78 % pour le grade IV. Il est important de mentionner que les exacerbations, fréquemment rencontrées chez les patients atteints de BPCO, sont caractérisées par des baisses importantes d'activité physique (Alahmari et coll., 2016), tout spécialement chez les patients les plus sévères. Au total, la littérature fait clairement ressortir que les patients BPCO les plus sévères seront ceux qui réaliseront le moins d'activité physique au jour le jour, avec une inactivité sévère extrêmement préoccupante.

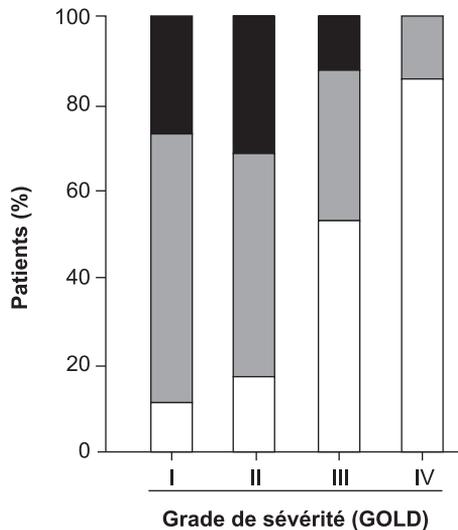


Figure 13.2 : Pourcentage de patients étant actifs (niveau d'activité physique ou NAP > 1,7 ; en noir), sédentaires (NAP 1,4-1,69 ; en gris) et très inactifs (NAP < 1,4 ; en blanc) (adapté d'après Watz et coll., 2009)

Reproduit avec l'autorisation de © ERS 2019 : *European Respiratory Journal* 2009 ; 33 (2) : 262-72. (Figure traduite de l'anglais)

Ces données sont d'une importance capitale car les recommandations internationales insistent sur la nécessité de pratiquer des activités physiques

102. Ces niveaux de sévérités sont définis à partir d'un groupement international de consensus (GOLD pour *Global initiative for Chronic Obstructive Lung Disease*) ayant donné son nom à ces classifications. Les classes de I à IV sont basées sur la sévérité croissante de l'obstruction bronchique.

d'intensité suffisante pour avoir un impact bénéfique sur la santé. Les patients atteints de BPCO seront donc d'autant plus éloignés de ces recommandations que l'activité physique demandée est intense et leur maladie sévère.

Les recommandations de l'Organisation mondiale de la santé (OMS, Recommandations mondiales sur l'activité physique pour la santé, 2010) ou de l'Office de Prévention des maladies et de la Promotion de la Santé (ODPHP, *Physical Activity Guidelines for Americans*, 2008) font en effet ressortir que des activités modérées ou vigoureuses sont nécessaires pour obtenir un impact positif sur la santé (au moins 150 minutes par semaine d'intensité modérée ou 75 minutes par semaine d'intensité vigoureuse ou toute combinaison équivalente...). D'autres recommandations sont proposées en fonction du nombre de pas réalisés chaque jour qui permettent de classer les individus actifs (à partir de 10 000 pas/jour), faiblement à peu actifs (entre 5 et 10 000 pas/jour) et sédentaires (moins de 5 000 pas/jour).

Il est ainsi très instructif de reprendre les études de la littérature et, au-delà des différences statistiques par rapport aux sujets sains, de regarder comment les patients BPCO se situent au regard de ces recommandations basées sur le nombre de pas ou sur la dépense énergétique quotidienne. Le constat est sans surprise : les patients atteints de BPCO n'atteignent que rarement les recommandations, et cet écart est d'autant plus important que la pathologie est sévère (figure 13.3), et ce quelles que soient les variables de mesure de l'activité physique retenues (Troosters et coll., 2010 ; Walker et coll., 2008 ; Waschki et coll., 2012 ; Watz et coll., 2009). Les patients ayant une BPCO de grade IV ont des niveaux d'activité physique bien en deçà des minimas requis pour se maintenir en bonne santé (Troosters et coll., 2010 ; Watz et coll., 2009). À titre d'exemple, le taux de patients atteints de BPCO très inactifs est de 32 % quand la sévérité est de grade II, et ce taux est quasiment doublé quand la BPCO devient sévère (grade IV). Les impacts d'une faible activité physique chez ces patients sont multiples et préoccupants : hyperinflation dynamique (Garcia-Rio et coll., 2009), augmentation des exacerbations et des hospitalisations (Benzo et coll., 2010 ; Garcia-Aymerich et coll., 2008 ; Garcia-Rio et coll., 2012) et risque accru de la mortalité comme présenté précédemment. Une étude épidémiologique remarquable, menée chez plus de 6 560 sujets (issus d'une population générale, c'est-à-dire non spécifiquement à risque de développer une BPCO) suivis sur une période de 16 ans en moyenne, a permis de compléter les connaissances de l'impact de l'activité physique sur l'histoire naturelle de la BPCO (Garcia-Aymerich et coll., 2008). Ces auteurs ont classé les sujets suivis selon 3 niveaux de pratique d'activité physique : faible, modérée et élevée (sur la base de

questionnaires¹⁰³). Ces auteurs ont ainsi mis en évidence que l'activité physique réduisait le risque d'apparition de la BPCO. Les personnes pratiquant une activité physique modérée à élevée présentaient une diminution significative du risque de développer une BPCO comparativement au groupe ayant une faible activité physique régulière (*odds ratio* [OR] = 0,76). Le niveau de pratique apparaît avoir un impact considérable sur le rythme de déclin de la fonction respiratoire ; quand le VEMS déclinait d'environ 28 mL/an dans le groupe de sujets ayant une faible qualité d'activité physique, cette altération était réduite de 6,5 et 10,2 mL/an dans les groupes ayant une activité physique modérée et élevée. Au regard de la méthodologie utilisée, il est donc pertinent de penser qu'augmenter de façon relativement minime sa quantité d'activité physique habituelle permettrait d'obtenir des résultats positifs sur l'évolution de la BPCO, en termes de ralentissement du déclin de la fonction respiratoire, de diminution du nombre d'hospitalisations et de mortalité (2 heures d'activité physique légère par semaine représentent de fait environ 17 minutes/jour et il suffit de doubler cette quantité pour être dans le groupe activité physique modérée). En revanche, une réduction significative des hospitalisations ne s'observe que pour un niveau d'activité physique élevé : seuls les patients atteints de BPCO ayant un niveau d'activité physique élevé présentaient une réduction significative du risque relatif (RR = 0,68 vs 1,10 pour les patients avec un niveau d'activité physique modéré seulement).

Si l'activité physique, véritable pierre angulaire de la réhabilitation respiratoire, a des effets parfaitement reconnus sur les déterminants de la tolérance à l'effort et sur les symptômes de la maladie, il est également important de savoir si elle permet de modifier les comportements des patients atteints de BPCO vis-à-vis de leur activité physique quotidienne. Une méta-analyse a été réalisée à ce sujet (Ng et coll., 2012) et a recensé 2 essais cliniques randomisés et 5 études interventionnelles (aucun essai randomisé contrôlé) totalisant un suivi de 419 patients sur une période allant jusqu'à 6 mois. Cette publication a par ailleurs uniquement retenu les études ayant réalisé un suivi objectif de l'activité physique à l'aide d'un accéléromètre ou d'un pedomètre. Le résultat majeur de cette méta-analyse est de mettre en évidence un effet significatif de la réhabilitation respiratoire sur l'augmentation de l'activité physique spontanée des patients atteint de BPCO, malgré un effet de taille assez modeste (0,14 ; $p = 0,04$). Cependant, des progrès doivent encore être réalisés pour accroître l'activité physique chez ces patients, tant

103. Classification réalisée sur la base du questionnaire de Saltin et Grimby (1968) :

– activité physique faible : moins de 2 heures par semaine d'activité physique légère (marche, vélo...);

– activité physique modérée : entre 2 et 4 heures d'activité physique légère par semaine ;

– activité physique élevée : plus de 4 heures d'activité physique légère par semaine ou entre 2 et 4 heures par semaine d'activité physique plus intense et/ou pratique compétitive d'un sport.

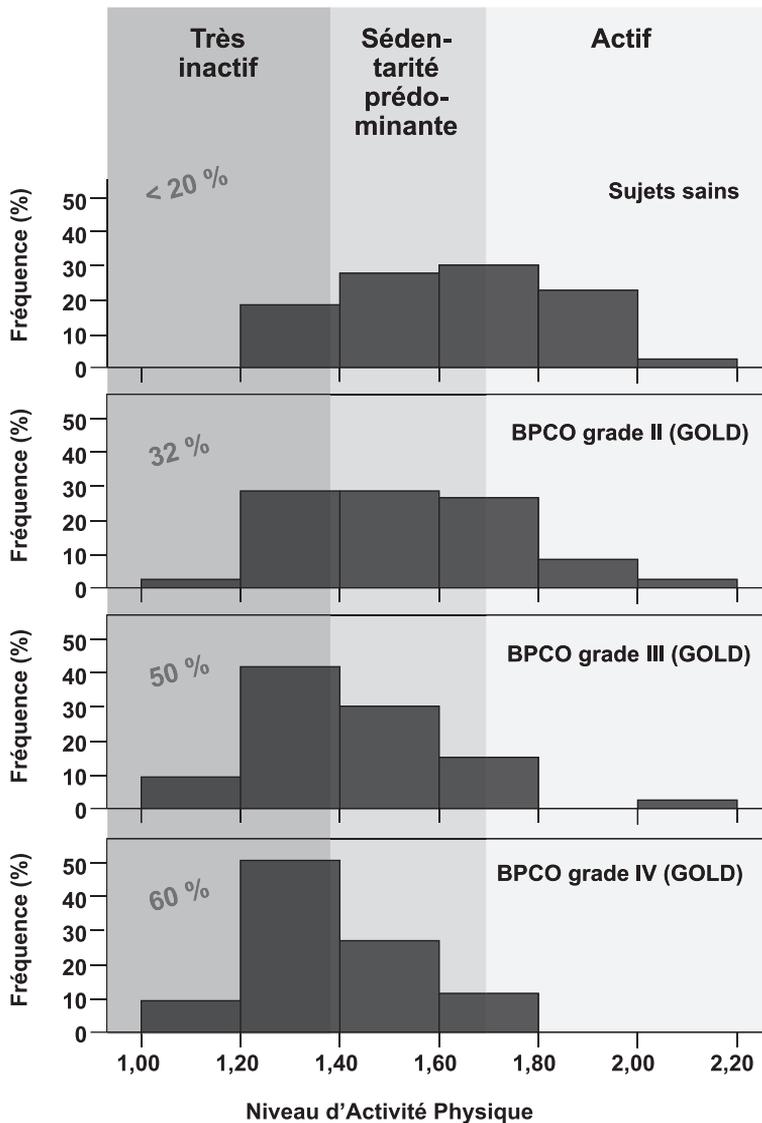


Figure 13.3 : Répartition des niveaux d'activités physiques en fonction de la gravité de la BPCO et leur positionnement au regard des recommandations générales. L'inactivité importante croît au fur et à mesure de la gravité de l'obstruction bronchique (grades de la classification GOLD). Adapté d'après Waschki et coll. (2012)

© 2011, Elsevier Ltd. (Figure traduite de l'anglais)

ses bénéfices sont importants. Il conviendrait donc de pouvoir disposer de suivis de patients sur le long terme et d'essais randomisés contrôlés de bonne qualité.

Au total, la question sur le niveau d'activité physique des patients BPCO est extrêmement bien documentée, avec des méthodologies de qualité et des périodes de suivi significatives. L'ensemble des données collectées montre clairement que l'activité physique a un impact majeur sur la réduction du risque d'évolution de la BPCO et de ses conséquences en termes d'exacerbations, d'hospitalisations, de mortalité et de réduction des symptômes. Ces effets sont suffisamment francs pour être observés quelles que soient les techniques de mesure de l'activité physique. Ces résultats très positifs au regard des faibles niveaux d'activité physique constatés des patients atteints de BPCO font de l'adoption d'une activité physique quotidienne pérenne un enjeu de toute première importance.

Évaluation des adaptations à l'exercice

Concernant les risques liés à la pratique, deux méta-analyses confirment que la réhabilitation respiratoire et par conséquent l'activité physique ne sont pas associées à une augmentation de la mortalité (Kruis et coll., 2013 ; Peytremann-Bridevaux et coll., 2014). La seule exception à cette littérature homogène est un travail de 2016 d'une équipe danoise qui a rapporté une mortalité accrue dans un groupe de 15 patients atteints de BPCO ayant été soumis à un entraînement à haute intensité (Schaadt et coll., 2016). Au-delà de l'effectif réduit des patients, les entraînements utilisés s'apparentaient davantage à des pratiques menées jusqu'à l'épuisement¹⁰⁴ qu'à des entraînements à hautes intensités classiques, c'est-à-dire caractérisés par des intensités très élevées, mais maintenues sur des temps courts. La méthodologie de ce travail ne permet donc pas de remettre sérieusement en cause les données des méta-analyses disponibles.

Dans un souci de sécurité et de justesse de la prescription, les recommandations actuelles demandent que la pratique d'une activité physique, comme dans le cas d'une réhabilitation respiratoire, puisse être précédée par une évaluation à l'exercice, au moyen, par exemple, d'une épreuve d'effort cardiorespiratoire (*American Thoracic et American College of Chest*, 2003). Les objectifs de cette évaluation sont d'individualiser l'intensité de la pratique, de détecter le cas échéant un besoin de supplémentation aiguë en oxygène, de vérifier l'absence de contre-indication(s) et d'identifier les facteurs liés à la limitation à l'exercice (Spruit et coll., 2013). Le recours à l'épreuve d'effort maximale n'est toutefois pas toujours possible et l'un des tests les plus utilisés dans le domaine de la BPCO est le test de marche de six minutes : il donne

de façon simple des informations capitales en termes de tolérance à l'exercice. Deux autres tests sont également utilisés dans le cadre de la BPCO : le test navette incrémental (ISWT ; test au cours duquel la vitesse est progressivement augmentée au moyen de signaux sonores pré-enregistrés) et le test navette d'endurance (ESWT) qui consiste à mesurer le temps d'endurance à un pourcentage donné de la performance mesurée au ISWT. Si le test de 6 minutes est auto-calibré et d'intensité relativement constante, l'ISWT est un test progressif qui se rapproche fortement du type de sollicitation de l'épreuve d'effort maximale ; il est donc important de vérifier auparavant l'absence de contre-indication à un test de terrain maximal. Le choix de l'un ou l'autre de ces tests dépendra des conditions de passation disponibles (notamment de l'espace disponible pour la réalisation du test), mais également de la volonté que l'évaluateur aura d'individualiser un entraînement à partir des résultats obtenus. De ce point de vue, l'ISWT est plus pertinent pour programmer des intensités relatives en pourcentage de la vitesse de marche atteinte en fin du test. Si leurs qualités métrologiques sont considérées relativement équivalentes, l'ISWT/ESWT bénéficie d'une plus grande sensibilité aux changements après une réhabilitation respiratoire (Holland et coll., 2014) probablement en raison d'un effet plafond moins évident sur un test de nature incrémentale *versus* auto-calibré comme le test de marche de 6 minutes et imposant une interdiction de courir. La littérature insiste cependant sur la nécessité de parfaitement respecter les conditions de passation de ces tests de terrain, quel que soit le choix du test qui sera opéré (*American Thoracic Society*, 2002 ; Holland et coll., 2014).

D'autres tests plus récents évaluent la tolérance à l'exercice et/ou l'équilibre dynamique, mais ils sont nettement moins renseignés que les tests précédents. Leurs intérêts sont généralement d'être rapides, peu coûteux et réalisables par des patients présentant des altérations importantes de leur adaptation à l'exercice. Parmi ceux-ci, on peut citer notamment les tests : *sit-to-stand* (Jones et coll., 2013), *4-m gait speed* (Kon et coll., 2013) et *timed up and go* (Mesquita et coll., 2016).

Au-delà de leur capacité cardiorespiratoire ou de leur tolérance à l'effort intrinsèque, les patients atteints de BPCO présentent une spécificité qui peut modifier grandement leur capacité à réaliser un exercice physique : une éventuelle désaturation aiguë à l'exercice qui peut en effet survenir chez des patients normoxiques au repos. Si l'oxygénothérapie de longue durée (destinée aux BPCO chroniquement hypoxémiques) a fait l'objet de multiples études de validation, la supplémentation aiguë en oxygène reste un sujet encore très controversé, probablement en raison de la variabilité interindividuelle des réponses à ces supplémentations. En effet, il a été mis en

évidence qu'à même niveau de correction de la saturation en oxygène (SaO_2), près d'un tiers des patients atteints de BPCO présentaient une réponse délétère paradoxale à la supplémentation aiguë en oxygène, tant du point de vue des adaptations ventilatoires et cardiaques que de leur tolérance à l'effort qui diminuait (Heraud et coll., 2008). Bien que cette technique soit associée à des résultats très contradictoires, l'usage de la supplémentation en oxygène au cours de la pratique physique est encore souvent proposé, soit pour corriger des désaturations aiguës au cours de l'exercice, soit pour tenter d'optimiser les effets de l'entraînement. Toutefois, une méta-analyse menée sur le sujet (Nonoyama et coll., 2007) montre clairement que l'entraînement sous oxygène des patients présentant une désaturation d'exercice ne joue pratiquement aucun rôle significatif sur la tolérance à l'exercice et sur les effets de la réhabilitation. Par conséquent, la supplémentation en oxygène mérite d'être réservée aux besoins de correction des désaturations transitoires à l'exercice.

Bénéfices des différentes modalités d'activité physique

Entraînements en endurance

Historiquement, les objectifs prioritaires de l'intervention ont porté sur l'amélioration de la capacité aérobie afin d'augmenter la tolérance à l'effort et réduire les symptômes délétères majeurs comme la dyspnée et la fatigue (Prefaut et coll., 1995). Les entraînements en endurance ont donc logiquement été abordés dans les premières méta-analyses qui ont attesté de leur efficacité (Lacasse et coll., 1996 ; Salman et coll., 2003 ; Puhan et coll., 2009). Peu d'informations nouvelles sont disponibles sur ce sujet, si ce n'est un travail récent mettant en évidence un effet plus important de la marche comparé aux entraînements sur cycloergomètres (Leung et coll., 2010). L'efficacité des entraînements en endurance est maintenant reconnue et de nouvelles modalités sont maintenant proposées, soit dans un but d'optimisation des effets de la pratique physique, soit pour atteindre des buts spécifiques, soit pour tenter de réduire des difficultés rencontrées dans la mise en pratique des entraînements.

Entraînements fractionnés

Les entraînements fractionnés ont été proposés pour permettre de rendre la pratique possible chez des patients qui avaient de réelles difficultés à réaliser des séances complètes en raison de leur dyspnée et/ou de leur fatigue. Bien

que leur réalisation non supervisée reste difficile lors du retour à domicile et que ces entraînements soient principalement réalisables sur cycloergomètres, ces méthodes alternatives à l'entraînement en endurance classique (continu) ont fait l'objet de nombreux travaux.

Pour maintenir une quantité de pratique comparable (produit du temps et de l'intensité) en réduisant la durée d'une séance, il a été proposé d'intercaler de courtes périodes à haute intensité (pics) entre des phases de pratiques à plus basse intensité (bases). Il est ainsi théoriquement possible de réduire les symptômes pour des intensités d'entraînement pourtant temporairement supérieures (Vogiatzis et coll., 2002). Une revue systématique et une méta-analyse ont recensé 8 essais cliniques randomisés (soit 388 patients) dont 6 qui présentaient des protocoles dans lesquels la quantité de pratique était équivalente entre les 2 groupes. Aucun effet différentiel entre les entraînements continus ou fractionnés n'est obtenu (Beauchamp et coll., 2010 ; Zainuldin et coll., 2011) tant sur des variables liées à la capacité aérobie [différences moyennes obtenues entre les différentes techniques de l'ordre de 40 et 10 mL.min⁻¹ pour la consommation maximale d'oxygène symptomé-limitée ($\dot{V}O_{2pic}$) et le seuil ventilatoire respectivement et de 1 W pour la puissance pic (W_{pic}^{105})], sur la tolérance à l'effort (4 m sur le test de marche de 6 min), sur la qualité de vie, que sur la proportion des abandons en cours d'entraînement. Il est toutefois important de noter qu'il existe une extrême hétérogénéité dans la construction des fractionnés. En effet, selon les travaux, les intensités des pics variaient de 80 à 150 % de W_{pic} . De même, les intensités des bases variaient entre 30 et 75 % de W_{pic} . Des écarts tout aussi importants étaient retrouvés sur la durée des bases, mais surtout de celle des pics qui pouvaient durer de 30 secondes à 3 minutes. Une analyse plus fine des résultats montre que la réduction des symptômes (notamment la dyspnée) lors des fractionnés n'existe que si la durée des pics est proche de 30 s. En les prolongeant au-delà, les effets positifs des fractionnés sur les symptômes au cours de la pratique disparaissent de façon totalement contreproductive.

Concernant les aspects structuraux du muscle, une revue systématique récente suggère que les entraînements fractionnés à haute intensité seraient particulièrement efficaces pour réduire la proportion des fibres de type IIb (les plus glycolytiques et dont la mise en jeu provoquera une sur-stimulation des centres respiratoires au cours de l'exercice et donc une dyspnée d'exercice majorée) et pour stimuler les voies de l'anabolisme musculaire, mais cela n'est pas encore vérifié par des essais randomisés contrôlés (De Brandt et coll., 2016).

105. W_{pic} : puissance maximale développée lors d'une épreuve d'effort cardiorespiratoire maximale. Formellement, W_{pic} est la puissance à laquelle le sujet est à sa $\dot{V}O_{2pic}$.

Au total, les entraînements fractionnés induisent des résultats très superposables aux entraînements continus. La meilleure tolérance aux entraînements fractionnés n'est vérifiée que pour des durées des pics contenues à une trentaine de secondes. Par conséquent, et compte tenu de la difficulté de poursuivre ces techniques d'entraînement à domicile, les fractionnés doivent être réservés aux patients tolérant mal les entraînements continus ou comme une alternative destinée à varier les modalités de pratiques pour rendre les entraînements moins ennuyeux, moins répétitifs.

Hautes *versus* basses intensités

L'étude comparative des entraînements hautes intensités *versus* basses intensités a surgi du besoin d'induire des effets significatifs de l'entraînement dans des cas où les pratiques longues pouvaient poser problème en raison soit de l'émergence de dyspnée trop importante, soit du temps qui peut être raisonnablement accordé à la pratique d'une activité physique. L'idée est très simple : pour assurer une quantité d'entraînement identique mais sur un temps plus court, il convient d'augmenter l'intensité de l'activité.

Très peu de travaux sont disponibles et tous n'ont pas contrôlé la quantité de travail réalisée dans chacune des 2 modalités. Une revue *Cochrane* a toutefois été publiée et a mis en évidence des effets différentiels assez limités entre les 2 techniques (Zainuldin et coll., 2011) ; les entraînements à haute intensité (réalisés à 80 % de W_{pic} *versus* 50-60 % de W_{pic} pour les entraînements à plus faible intensité) induisent des effets plus marqués sur la diminution des taux de lactate sanguin (après entraînement, la lactatémie à même intensité d'exercice est inférieure de 1,7 mmol.L⁻¹ dans le groupe haute intensité par rapport au groupe basse intensité) et sur la diminution de la ventilation pour un niveau de travail donné (en moyenne le groupe s'étant entraîné à haute intensité aura une économie ventilatoire significativement plus importante que les patients de l'autre groupe, d'environ 6 L.min⁻¹). Par conséquent, si les entraînements à haute intensité semblent plus efficaces sur les déterminants de la dyspnée lors d'activités de la vie journalière, il faut toutefois garder à l'esprit que ces données sont obtenues sur un nombre relativement limité de travaux (3 études recensées pour un total de 231 patients). À l'inverse, aucun effet significatif n'est obtenu pour les paramètres maximaux (W_{pic} ou lactatémie maximale) : ils évoluent de façon similaire entre les deux modalités.

Les entraînements à haute intensité peuvent donc être utilisés en raison d'une efficacité comparable voire légèrement supérieure aux entraînements à basse intensité. Leur intérêt reste évidemment une réduction du temps de

pratique pour une efficacité comparable ou supérieure sur la dyspnée et une variation possible dans les modalités de pratique pour éviter des techniques d'entraînement trop monotones et répétitives.

Entraînement en force

Parmi les atteintes extra-pulmonaires de la BPCO, la dysfonction musculaire (perte de masse musculaire et de force) est une des plus préoccupantes. En effet, selon les travaux, elle concerne de 30 à 70 % des patients atteints de BPCO et touche tous les niveaux de sévérité (Seymour et coll., 2010). Les conséquences sur le plan fonctionnel sont évidentes (augmentation de la fatigue, de la dyspnée et du risque de chute, faible adaptabilité aux efforts même légers, etc.). De plus, la dysfonction musculaire est aujourd'hui prise très au sérieux depuis la publication de deux travaux mettant en évidence qu'à même niveau d'obstruction bronchique, la perte de masse musculaire ou de force est associée à une mortalité significativement et dramatiquement plus élevée (Marquis et coll., 2002 ; Swallow et coll., 2007). Enfin, sur un plan physiopathologique et au-delà de la perte de masse musculaire, la faiblesse musculaire apparaît également liée à des altérations corticales impactant directement le cortex moteur primaire. Il existe en effet chez les patients atteints de BPCO une réduction de l'excitabilité corticale qui se traduit lors des contractions maximales et sous-maximales volontaires par une sous-activation du cortex moteur primaire (Alexandre et coll., 2014 et 2016). Ces altérations sont cohérentes avec de multiples travaux mettant en exergue des altérations anatomiques corticales importantes dans la BPCO, notamment une diminution de la densité de substance grise et blanche (Ryu et coll., 2013 ; Zhang et coll., 2013). Toutefois, la mise en évidence des facteurs corticaux dans la faiblesse musculaire est extrêmement récente et les effets de la pratique physique sur la sous-activation du cortex moteur lors de production de force volontaire ne sont pas encore connus.

Si l'entraînement en endurance est capable de corriger partiellement la faiblesse musculaire, la nécessité de proposer des techniques plus spécifiques de renforcement musculaire s'est donc progressivement imposée. Une revue systématique s'est focalisée sur les effets différentiels entre les entraînements en endurance et en force (O'Shea et coll., 2009). Les données ont été collectées sur 18 essais randomisés contrôlés pour un total de 543 patients. Les méthodes de renforcement musculaire sont très hétérogènes en termes de durée (de 6 à 26 semaines), de structuration d'une séance de renforcement musculaire (2 à 4 séries par séance et de 8 à 12 répétitions par série), et

d'intensité (de 32 à 90 % du 1-RM¹⁰⁶). Malgré ces différences non négligeables, la revue systématique montre que le renforcement musculaire induit des effets comparables aux entraînements en endurance sur la consommation maximale d'oxygène des patients ($\dot{V}O_{2pic}$), la distance au test de marche de 6 minutes, la densité minérale osseuse, la qualité de vie et l'anxiété. Les effets différentiels en faveur du renforcement musculaire sont spécifiques sur la force des fléchisseurs et extenseurs du genou ainsi que sur divers tests reliés à des activités de la vie journalière (test de montée des marches, élévation des bras, *sit to stand*), avec des effets considérés comme modérés à importants¹⁰⁷ selon les variables testées. De façon assez surprenante, les résultats sont inconstants sur la prise de masse musculaire. Il semble que les effets dépendent fortement des intensités d'entraînement et que leur expression sur les voies de la synthèse protéique soit émoussée chez les patients cachectiques (De Brandt et coll., 2016). La même variabilité des résultats est obtenue dans les études portant sur les modifications structurales avec une réduction non systématique du pourcentage de fibres IIB (De Brandt et coll., 2016). La principale raison invoquée reste l'extrême hétérogénéité des méthodes utilisées.

Par ailleurs, le renforcement musculaire a un effet sur la capacité vitale forcée qui serait expliqué par une diminution de l'hyperinflation dynamique (Strasser et coll., 2013).

L'ensemble de ces résultats est obtenu dans un contexte d'excellente adhésion à ces programmes.

Au total, le renforcement musculaire permet d'augmenter de façon spécifique la force musculaire, sans modification majeure de prise de masse musculaire. Il permet également d'améliorer l'adaptabilité aux activités de la vie journalière. Son utilisation en complément des entraînements en endurance est donc tout à fait pertinente. Il conviendrait toutefois de mieux cerner les modalités de pratiques répondant spécifiquement aux conditions d'efficacité des entraînements en force. De même, les impacts potentiels de l'activité physique sur la réduction de la sous-activation corticale des aires motrices impliquée dans la faiblesse musculaire, demandent encore à être spécifiquement évalués.

106. Le 1-RM (pour 1-Repetition Maximal) correspond à la charge qu'un groupe musculaire ne peut mobiliser qu'une seule fois.

107. Les données fournies étant des différences moyennes standardisées (DMS), l'unité des variables testées disparaît. L'importance de l'effet est donc considérée comme faible, modérée ou importante selon la valeur de la DMS (respectivement : < 0,2, comprise entre 0,2 et 0,8 et supérieure à 0,8).

Pratique d'activités terrestres *versus* activités aquatiques

Si par le passé il a pu être redouté que l'augmentation du retour veineux et la compression thoracique lors de l'immersion pouvaient engendrer un travail cardiaque et pulmonaire trop élevé, la pratique d'activités physiques en milieu aquatique (hors natation) est considérée à l'heure actuelle comme sûre, et présente un certain nombre d'intérêts spécifiques : la flottabilité permet de compenser les problèmes de masse corporelle chez des patients atteints de BPCO en surpoids ou obèses, la résistance à l'avancée dans l'eau augmente le travail musculaire lors des déplacements et la chaleur (quand la pratique a lieu en piscine chauffée) augmente le débit sanguin musculaire. L'intérêt ludique de ces pratiques est également à souligner. Une méta-analyse a récemment mis en évidence l'efficacité comparée de ce type de pratique comparé aux activités physiques terrestres. À durée équivalente, les activités physiques en milieu aquatique améliorent significativement plus les capacités d'exercice (tolérance à l'effort et endurance), et ce dans des proportions parfois considérables : la distance parcourue évaluée par le test d'endurance ESWT est améliorée en moyenne de 313 mètres de plus dans le groupe ayant pratiqué dans l'eau, *range* 232-394 m. Elles améliorent également la composition corporelle (rapport masse grasse/masse maigre) et la qualité de vie (McNamara et coll., 2013). La pratique en milieu aquatique est préférée par 49 % des patients (36 % préférant pratiquer sur terre et 15 % ne manifestant aucune préférence). Enfin, aucun événement indésirable sérieux n'est rapporté, confirmant que ce type de pratique est parfaitement compatible avec la BPCO.

Les pratiques d'activités physiques aquatiques sont donc non seulement bien tolérées par les patients, mais elles induisent des effets particulièrement intéressants au regard du temps de pratique par rapport aux activités terrestres. L'adhésion des patients est excellente et les activités aquatiques permettent donc de proposer des modalités de pratique efficaces, ludiques et variées.

Entraînement des membres supérieurs

Bien que les membres supérieurs puissent être sollicités lors des techniques décrites précédemment, il est important de les citer spécifiquement. Les patients atteints de BPCO rencontrent fréquemment des problèmes dans des activités de la vie journalière (AVJ) comme l'habillement, les tâches ménagères... Il n'existe pas vraiment de techniques d'entraînement en endurance ou en force spécifiques des membres supérieurs. Il convient toutefois de citer l'importance d'inclure dans les programmes d'activités physiques des sollicitations des biceps, triceps, deltoïdes, pectoraux et grands dorsaux. Une revue

systématique d'actualisation (Janaudis-Ferreira et coll., 2009) a rassemblé toutes les formes d'entraînement des membres supérieurs qu'elles soient de type « *supported* » (exercice des membres supérieurs sur cyclo-ergomètres à bras) ou « *unsupported* » (manipulation de charges, jets de balles lestées, etc.). Les fréquences d'entraînement et leurs durées étaient très variables selon les travaux référencés. Ainsi, la nature exacte des sollicitations musculaire et métabolique est quasiment impossible à connaître. Il n'est donc pas surprenant que cette revue systématique soit peu conclusive avec des résultats inconstants sur l'augmentation de performance des membres supérieurs, sur la diminution de la dyspnée dans les activités de la vie quotidienne et sur la qualité de vie. Depuis, une méta-analyse a inclus des travaux postérieurs à la revue systématique de Janaudis-Ferreira, qui sont principalement des études sur les entraînements de type *unsupported* (Pan et coll., 2012). Cette méta-analyse met en évidence un effet significatif de ces entraînements sur la dyspnée et la fatigue rencontrées au cours des AVJ. Toutefois, les améliorations restent en deçà du seuil de différence minimale clinique significative (MCID). La conclusion de cette étude est donc de révéler l'existence d'une réduction de la fatigue et de la dyspnée lors des AVJ, mais sans en garantir une preuve clinique. La poursuite de ces travaux est indispensable afin de déterminer l'existence ou non d'effets cliniques, notamment en étudiant plus spécifiquement la dyspnée lors de situation *isowork*¹⁰⁸. De même, il conviendrait d'avoir sur ces travaux une attitude plus cohérente sur les méthodes utilisées et faire des distinctions claires entre les entraînements à dominante force ou endurance, seul moyen de dépasser l'imprécision des effets induits. En effet, parmi les derniers travaux réalisés sur le sujet, lorsque le travail accompli est réellement du renforcement musculaire, il induit des effets significatifs sur la force musculaire et la capacité d'exercice des membres supérieurs et il réduit la dyspnée et la fatigue des bras lors des exercices de musculation (Calik-Kutukcu et coll., 2017). Mais le plus important réside dans les adaptations au cours des AVJ : il existe effectivement une diminution de la dyspnée et une augmentation de la performance et la satisfaction des patients au cours de celles-ci (Calik-Kutukcu et coll., 2017), probablement en raison d'une commande centrale ventilatoire réduite (Romagnoli et coll., 2013).

Au total, la littérature sur l'intérêt spécifique de l'entraînement des membres supérieurs est encore très contradictoire, probablement plus en raison de profondes différences des approches proposées que d'une absence d'efficacité. L'entraînement des membres supérieurs modifierait la commande ventilatoire

108. Les études réalisées sur des conditions *isowork* consistent à étudier les adaptations au cours d'un exercice à une intensité donnée sous-maximale, identique avant et après entraînement. L'intérêt de ces protocoles est de fournir des données précieuses sur la tolérance à l'effort au cours de tâches de la vie journalière dont l'intensité absolue varie peu dans le temps.

qui expliquerait la réduction de la dyspnée lors des exercices. Ces améliorations fonctionnelles nécessitent toutefois un véritable travail spécifique de renforcement musculaire.

Souplesse

L'entretien et le développement de la souplesse sont généralement conseillés dans les pratiques physiques chez le patient atteint de BPCO. Son intérêt spécifique réside dans le couplage entre la respiration et la posture. À notre connaissance, il n'existe toutefois aucune étude clinique qui ait pu mettre en évidence l'efficacité ciblée et spécifique de ces exercices qui restent toutefois conseillés dans les recommandations sous un angle de bon sens. Le but est de réaliser des étirements doux sur l'ensemble des groupes musculaires du tronc, des membres supérieurs et inférieurs, de façon à minimiser le cas échéant des déformations ou des rigidités susceptibles d'altérer la mécanique ventilatoire et d'augmenter le coût de la respiration des patients atteints de BPCO (Spruit et coll., 2013).

Entraînement des muscles inspiratoires

La nature des entraînements des muscles inspiratoires (EMI) est très particulière car assujettie à l'usage de valves externes utilisées pour créer les résistances lors de l'inspiration. De plus, le travail réalisé est limité aux seuls muscles inspiratoires. Cet aspect est donc marginal par rapport au spectre de cette expertise collective, mais les problèmes respiratoires spécifiques à la BPCO méritent que cette partie ne soit pas complètement délaissée. En effet, les patients atteints de BPCO génèrent des forces inspiratoires maximales inférieures à la normale, en raison de l'hyperinflation pulmonaire qui place le diaphragme dans une position défavorable en termes de production de force, en raison des effets délétères des corticoïdes sur la fonction musculaire, voire d'un état de dénutrition. Les répercussions fonctionnelles sont significatives car cela augmente la dyspnée et impacte négativement la tolérance à l'effort. Il existe une liste déjà longue de méta-analyses ou revues systématiques sur le sujet et leurs conclusions sont généralement assez contrastées et de portée clinique souvent assez discutée par les auteurs eux-mêmes. Les résultats hétérogènes sont probablement liés à des difficultés méthodologiques conséquentes dont les deux principales sont :

- les différentes techniques de valves utilisées (valves résistives dont la résistance sera dépendante du débit inspiratoire généré et valves à seuil pour l'essentiel) ;

- les techniques de mesure qui sont très fortement dépendantes de la compliance du patient et pour certaines, très manipulateur-dépendantes.

Les revues systématiques les plus récentes montrent toutefois que l'EMI isolé permet d'obtenir des effets sur la force et l'endurance des muscles inspiratoires (Geddes et coll., 2008 ; Gosselink et coll., 2011 ; O'Brien et coll., 2008). Il est également possible de réduire la dyspnée au cours des AVJ, d'améliorer la performance au test de marche mais cette technique reste sans effet sur la $\dot{V}O_{2pic}$ (Geddes et coll., 2008) et les gains de qualité de vie sont minimes. Utilisée en complément des entraînements classiques (corps entier), l'EMI n'apporte pas d'effets additionnels sur la capacité d'exercice ou la dyspnée et ses effets restent limités aux muscles inspiratoires. Enfin, la méta-analyse de Gosselink et coll. (2011) indique que le renforcement musculaire des muscles respiratoires est plus efficace que leur entraînement en endurance et que les patients les plus faibles sont ceux qui bénéficient le plus de ces techniques. Au total, les recommandations de sociétés savantes comme l'*American Thoracic Society* et l'*European Respiratory Society* restent mesurées sur l'intérêt de l'ajout des EMI aux entraînements classiques et préfèrent les conseiller aux sujets dont la faiblesse des muscles inspiratoires les rend peu aptes à réaliser des programmes de réentraînement à l'effort (Spruit et coll., 2013).

Au total, l'EMI semble trouver sa place dans des contextes très particuliers de faiblesse importante des muscles inspiratoires mais demande à être considéré avec prudence dans la mesure où les effets seront forcément limités dans le temps (Weiner et coll., 2004) et une continuité de ce type de pratique en dehors des centres de réhabilitation est assez peu crédible. Enfin, l'ajout de charges inspiratoires doit être utilisé de façon mesurée en raison d'un risque important de lésions des sarcomères musculaires des patients atteints de BPCO, particulièrement sensibles aux charges inspiratoires (Orozco-Levi et coll., 2001).

Tai Chi

Le Tai Chi est à l'origine un art martial ancien développé en Chine. C'est également une pratique associant le corps et l'esprit, enracinée dans la culture et la philosophie chinoises. Il connaît depuis de nombreuses années un succès croissant en occident et est souvent présenté comme une alternative à l'exercice, avec un objectif d'amélioration de la santé. La Tai Chi est basé sur la succession de mouvements circulaires lents et contrôlés (impliquant la totalité du corps et souvent dans une position de semi-squat), associés à une concentration importante et un contrôle respiratoire constant. Il existe de

nombreuses formes différentes de Tai Chi qui rendent parfois complexe une analyse systématique de son intérêt et la comparaison des essais cliniques randomisés. En effet, les postures peuvent être différentes en fonction des styles utilisés, tout comme leur ordre d'arrivée, la dépense énergétique imposée (fonction de la vitesse d'exécution des mouvements et de l'amplitude articulaires des membres inférieurs)... (Chen et coll., 2007 ; Lan et coll., 2002). Le Tai Chi étant généralement considéré comme un exercice d'intensité légère à modérée (Lan et coll., 2004), il est même parfois retiré purement et simplement des méta-analyses réalisées sur les effets de l'exercice (McCarthy et coll., 2015). Pourtant de nombreux travaux ont pu faire la démonstration d'effets positifs importants sur l'état de santé dans de diverses affections chroniques (Chen et coll., 2016). La littérature scientifique est riche en travaux montrant que des pratiques régulières d'intensité modérée sont capables d'induire des adaptations musculo-squelettiques et cardiovasculaires compatibles avec une amélioration de la santé. Le Tai Chi peut donc être une alternative intéressante pour des patients ayant des difficultés à entrer dans des programmes de prescription de l'exercice musculaire en raison d'une dyspnée trop pénalisante. Il permet notamment un travail important sur le contrôle de la course du diaphragme au cours des différents mouvements et postures. Une amélioration de la fonction pulmonaire est donc possible, bien que ce point ait fait l'objet de controverses importantes (Guo et coll., 2016).

Depuis quelques années, de nombreuses revues systématiques et méta-analyses ont été publiées sur le sujet, afin de pouvoir évaluer la pratique du Tai Chi en comparaison avec les soins usuels ou la pratique d'exercices musculaires plus traditionnels. Ainsi, sur les 3 dernières années, pas moins de 6 revues systématiques ou méta-analyses ont été publiées sur le sujet, présentant des données synthétiques sur des effectifs compris entre 540 et plus de 1 350 patients. Si le besoin de pouvoir s'appuyer sur des essais cliniques randomisés contrôlés de meilleure qualité est quasi unanimement exprimé, de grandes tendances sont retrouvées. Tout d'abord, les essais cliniques randomisés ne rapportent aucun effet indésirable dans la pratique du Tai Chi (Ngai et coll., 2016 ; Yan et coll., 2013). Cette technique est donc bien tolérée par les patients et les données concernant l'adhésion à la pratique sont excellentes (de 83 à 100 % selon les travaux ; Yan et coll., 2013). Quand les patients pratiquant le Tai Chi sont comparés à des groupes ne recevant que des soins courants (donc hors réhabilitation respiratoire), toutes les méta-analyses mettent en évidence un effet significatif sur la tolérance à l'effort mesurée par le test de marche de 6 minutes [quelles que soient les méta-analyses, la distance au test augmente en moyenne d'une trentaine de mètres (Chen et coll., 2016 ; Ding et coll., 2014 ; Guo et coll., 2016 ; Ngai et coll.,

2016 ; Wu et coll., 2014 ; Yan et coll., 2013)] et sur la fonction respiratoire quand celle-ci est rapportée [avec un gain de VEMS de l'ordre de 0,10 L (Ding et coll., 2014 ; Guo et coll., 2016 ; Ngai et coll., 2016 ; Yan et coll., 2013)]. Cette belle unanimité n'est malheureusement pas retrouvée sur la réduction de la dyspnée et l'amélioration de la qualité de vie des patients qui ne sont pas systématiquement significatives (Chen et coll., 2016), notamment dans la méta-analyse publiée par la prestigieuse *Cochrane Library* (Ngai et coll., 2016). Par conséquent, si les impacts fonctionnels de la pratique du Tai Chi sont avérés, ses effets sur des variables plus subjectives liées à l'expérience personnelle de la dyspnée et de l'impact de la maladie sur la qualité de vie ne bénéficient pas actuellement d'un niveau de preuve suffisant. Enfin, quand il est comparé à d'autres techniques basées essentiellement sur de l'activité physique d'endurance, le Tai Chi n'induit aucun effet supérieur ou additionnel (Ding et coll., 2014 ; Ngai et coll., 2016) ou alors de façon très marginale (Wu et coll., 2014).

Au total, le Tai Chi est une technique qui peut parfaitement trouver sa place dans le spectre des techniques d'activités physiques proposées aux patients atteints de BPCO : il ne demande aucun matériel ni infrastructure particulière, est parfaitement toléré par les patients, ne présente aucun effet indésirable et améliore la tolérance à l'effort et la fonction respiratoire de repos. Il sera notamment particulièrement utile pour les patients trop dyspnéiques qui trouveront dans sa pratique des méthodes de contrôle respiratoire et d'utilisation du diaphragme susceptibles d'améliorer leur confort respiratoire. Toutefois, l'extrême variabilité des techniques et postures utilisables en Tai Chi rend encore difficile une vision claire des séances les plus adaptées aux malades respiratoires obstructifs.

Efficacité de l'exercice par rapport aux traitements médicamenteux

Nous avons vu en introduction que depuis les premières méta-analyses, la réhabilitation respiratoire avec le réentraînement à l'effort comme pierre angulaire était le seul traitement ayant une efficacité de grade A sur la tolérance à l'effort, la dyspnée et la qualité de vie notamment. Il existe également une méta-analyse de 2015 qui correspond à une actualisation d'une ancienne version datant de 2006, comparant l'efficacité de la réhabilitation respiratoire (avec au minimum 4 semaines d'entraînement) par rapport aux soins courants (conseil oraux fournis aux patients, optimisation de leur traitement médicamenteux). Les résultats montrent clairement que la réhabilitation respiratoire basée sur la pratique d'activités physiques induit des effets

significativement plus importants que les soins usuels et dépassant les différences cliniques minimales significatives (MCID) sur 4 domaines de la qualité de vie mesurée par le CRQ¹⁰⁹ (dyspnée, fatigue, fonction émotionnelle, contrôle) et tous les domaines du SGRQ¹¹⁰ (McCarthy et coll., 2015). Des effets semblables sont obtenus sur la capacité maximale d'exercice et sur les performances au test de marche de 6 minutes et à l'ISWT. Enfin, les programmes semblent avoir été plus efficaces quand ils ont été réalisés en milieu hospitalier.

Recommandations des sociétés savantes et instituts de santé concernant les types de pratiques

Les deux sources de recommandations disponibles sont celles très globales et non spécifiques à la BPCO de l'OMS, et les recommandations de diverses sociétés savantes ou groupes de consensus. Dans la mesure où seules ces dernières sont spécifiques de la BPCO, ce sont sur celles-ci que nous nous appuyons. Les tableaux 13.I et 13.II présentent sous forme comparative les principaux éléments de ces recommandations. Elles ont été édictées par l'ATS/ERS (recommandations communes de l'*American Thoracic Society* et de l'*European Respiratory Society*, Spruit et coll., 2013), la GOLD (*Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease*, 2017), la SPLF (Société de Pneumologie de Langue Française, 2010) et la HAS (Haute Autorité de santé, 2014).

Sans vouloir aller trop loin dans la comparaison de ces recommandations qui parfois se recoupent mutuellement, il est important de mentionner que ces données sont extraites de la littérature relative à la réhabilitation respiratoire basée sur la pratique d'activités physiques et qu'aucun consensus clair et indiscutable n'existe quant à l'intensité « idéale » de pratique. Cela est essentiellement lié à des visions assez radicalement différentes sur les attentes de la réhabilitation respiratoire. Soit les auteurs cherchent à obtenir les résultats immédiats les plus importants et les intensités les plus élevées seront naturellement favorisées, soit l'objectif est d'obtenir des modifications durables vis-à-vis de la pratique au moyen d'activités physiques régulières dans un climat de contrôle et de plaisir, favorisant l'autogestion par le patient de sa pratique, et des intensités plus basses seront utilisées (Clark et coll., 1996), souvent basées sur une valeur individualisée au seuil ventilatoire¹¹¹ (Vallet

109. *Chronic Respiratory Disease Questionnaire*.

110. *St George's Respiratory Questionnaire*.

111. Le seuil ventilatoire est défini par l'intensité à partir de laquelle la relation entre la production de CO₂ et la consommation d'oxygène change de pente. Ce point est également caractérisé par une augmentation non linéaire de la ventilation au regard de la puissance d'exercice.

Tableau 13.1 : Recommandations générales de diverses sociétés savantes sur l'entraînement en endurance – issues de la littérature relative à la réhabilitation respiratoire

	ATS/ERS (2013)	GOLD (2016)	SPLF (2010)	HAS (2014)
Endurance				
Durée totale	8 semaines minimum	6 semaines minimum. Plus le programme dure, meilleurs seront les résultats. Au moins 28 séances pour éviter des résultats insuffisants	4 à 16 semaines	6 à 12 semaines ou 20 séances
Fréquence	3 à 5 fois/semaine	Journalière à hebdomadaire	3 à 5 fois/semaine	Ambulatoire : 2 à 3 fois/semaine Hospitalisation : 5 fois/semaine
Durée/séance	20 à 60 minutes	10 à 45 minutes. Plus la durée est importante, meilleurs sont les résultats	30 à 45 minutes	30 à 45 minutes
Intensité	> 60 % de Wpic	50 % de la $\dot{V}O_{2pic}$ au maximum toléré par le patient si épreuve d'effort ou 60 à 80 % de la puissance maximale symptôme limitée	50 à 80 % de Wpic	/
Remarques	Les patients ne pouvant pas tolérer les entraînements continus peuvent bénéficier d'un entraînement fractionné, à condition que la durée des pics soit inférieure à 1 min et idéalement 30 s	Les entraînements fractionnés sont utiles quand la performance est limitée par des comorbidités importantes	Successions de créneaux de 4 min à 40 % de Wpic et 1 min de pic à haute intensité (non précisée)	/

ATS/ERS : American Thoracic Society/European Respiratory Society ; GOLD : Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease ; SPLF : Société de Pneumologie de Langue Française ; HAS : Haute Autorité de santé ; Wpic : puissance maximale développée lors d'une épreuve d'effort cardiorespiratoire maximale.

Tableau 13.II : Recommandations générales de diverses sociétés savantes sur l'entraînement en force

	ATS/ERS (2013)	GOLD (2016)	SPLF (2010)	HAS (2014)
Renforcement musculaire				
Fréquence	2 à 3 fois/semaine	Procédures non précisées, mais renforcement musculaire conseillé surtout en cas d'atrophie ou de faiblesse musculaire, et de comorbidités empêchant des exercices de durée prolongée (objectif de gain de masse musculaire et de force)	Procédures non précisées. La recommandation est d'inclure dans les séances des exercices de renforcement musculaire impliquant d'autres groupes musculaires que ceux des membres inférieurs	/
Durée/séance	/			/
Intensité	60 à 70 % du 1-RM ou 8 à 12 RM		Permettant de réaliser 10 répétitions pour chaque groupe musculaire	/
Remarques	La combinaison d'entraînement en endurance (continu ou fractionné) et en force produit des effets supérieurs sur la force et la capacité d'exercice qu'une technique utilisée seule, sans augmenter le temps de pratique	Ajout d'un apport nutritionnel enrichi en protéines pour augmenter la masse musculaire (objectif de gain de masse musculaire)	Tous les types d'exercices sollicitant les groupes musculaires les plus divers sont conseillés (lancer de balle, de <i>medecine-ball</i> , manipulation de bandes élastiques, de poids, de barres, etc.)	/

ATS/ERS : American Thoracic Society/European Respiratory Society ; GOLD : Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease ; SPLF : Société de Pneumologie de Langue Française ; HAS : Haute Autorité de santé.

et coll., 1997). Les différences d'approches à court ou long terme expliquent donc largement les écarts dans les intensités proposées. Il est ainsi peu probable d'imaginer une poursuite durable d'activité induisant dyspnée et fatigue car trop intense (Steele et coll., 2008). Il est actuellement évident que les effets induits ne seront pas maintenus si les patients ne continuent pas de pratiquer une ou des activités physiques sur le long terme. Par conséquent, et dans le cadre d'une prévention secondaire et tertiaire, il est urgent de prendre conscience que se fixer comme but prioritaire l'obtention des effets les plus importants à court terme (et donc les pratiques les plus intenses) est une attitude peu pertinente et peu responsable sur le long terme. Il convient donc de changer de priorité et de travailler sur les multiples déterminants du changement de comportement vis-à-vis de l'activité physique qui doit être progressivement perçue comme faisant partie intégrante de la prise en charge de sa pathologie par le patient lui-même. De ce point de vue, le plaisir dans la pratique et son abord valorisant et positif sont d'une importance considérable. Concernant la fréquence et la durée des séances, il est plus simple de faire une synthèse allant au-delà des différentes recommandations : une pratique aussi régulière que possible est souhaitable (un jour sur deux ou tous les jours si possible) et des durées de pratique minimales de 30 minutes semblent une position assez partagée dans les recommandations.

Conclusion

La littérature comporte de nombreuses méta-analyses et revues systématiques qui confirment l'importance de l'activité physique dans le maintien d'une santé optimale des patients atteints de BPCO *via* des effets positifs sur la fonction respiratoire à long terme, sur la tolérance à l'effort et la qualité de vie associée à la maladie, ainsi que la réduction des symptômes, des hospitalisations et des exacerbations. Il est également avéré que le maintien d'un niveau d'activité physique suffisant représente un enjeu important pour réduire la mortalité associée à la BPCO. Pourtant, les patients atteints de BPCO sont clairement trop inactifs, à la fois quantitativement (dépense énergétique globale) et qualitativement (intensité des activités journalières), ce constat s'aggravant au fur et à mesure de la sévérité de la maladie. Modifier de façon durable le niveau d'activité des patients et leur adhésion pérenne à la pratique régulière d'activités physiques est donc un enjeu majeur. Les activités physiques recommandées associent les entraînements en endurance et en force, de façon à améliorer la tolérance à l'effort des patients et de lutter contre la dysfonction musculaire et ses multiples effets délétères. Il existe un nombre considérable de pratiques différentes qui attestent d'un niveau de preuve d'efficacité satisfaisant. L'implication des patients atteints

de BPCO doit impérativement être pensée sous la forme d'une conjonction des différentes méthodes et conditions de pratiques, de façon à les rendre attractives, ludiques et variées ; car en définitive, le seul véritable enjeu à relever aujourd'hui ne réside pas tant dans l'amélioration fonctionnelle immédiate après la pratique, mais dans la capacité à modifier durablement le comportement des patients vis-à-vis de l'activité physique qui doit impérativement être systématiquement préservée et développée au quotidien.

RÉFÉRENCES

Alahmari AD, Kowlessar BS, Patel AR, *et al.* Physical activity and exercise capacity in patients with moderate COPD exacerbations. *Eur Respir J* 2016 ; 48 : 340-39.

Alexandre F, Heraud N, Oliver N, *et al.* Cortical implication in lower voluntary muscle force production in non-hypoxemic COPD patients. *PLoS One* 2014 ; 9 : e100961.

Alexandre F, Heraud N, Sanchez AM, *et al.* Brain Damage and motor cortex Impairment in chronic obstructive pulmonary disease: implication of nonrapid eye movement sleep desaturation. *Sleep* 2016 ; 39 : 327-35.

American Thoracic S, American College of Chest P. ATS/ACCP statement on cardiopulmonary exercise testing. *Am J Respir Crit Care Med* 2003 ; 167 : 211-77.

American Thoracic Society. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med* 2002 ; 166 : 111-7.

Beauchamp MK, Nonoyama M, Goldstein RS, *et al.* Interval versus continuous training in individuals with chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review. *Thorax* 2010 ; 65 : 157-64.

Benzo RP, Chang CC, Farrell MH, *et al.* Physical activity, health status and risk of hospitalization in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. *Respiration* 2010 ; 80 : 10-8.

Black AE, Coward WA, Cole TJ, *et al.* Human energy expenditure in affluent societies: an analysis of 574 doubly-labelled water measurements. *Eur J Clin Nutr* 1996 ; 50 : 72-92.

Bohannon RW. Measurement of sit-to-stand among older adults. *Topics Geriatric Rehabil* 2012 ; 28 : 11-6.

Calik-Kutukcu E, Arikan H, Saglam M, *et al.* Arm strength training improves activities of daily living and occupational performance in patients with COPD. *Clin Respir J* 2017 ; 11 : 820-32.

Casanova C, Cote C, Marin JM, *et al.* Distance and oxygen desaturation during the 6-min walk test as predictors of long-term mortality in patients with COPD. *Chest* 2008 ; 134 : 746-52.

- Celli BR. Predictors of mortality in COPD. *Respir Med* 2010 ; 104 : 773-9.
- Chen KM, Hsu YC, Chen WT, *et al.* Well-being of institutionalized elders after Yang-style Tai Chi practice. *J Clin Nurs* 2007 ; 16 : 845-52.
- Chen YW, Hunt MA, Campbell KL, *et al.* The effect of Tai Chi on four chronic conditions-cancer, osteoarthritis, heart failure and chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review and meta-analyses. *Br J Sports Med* 2016 ; 50 : 397-407.
- Clark CJ, Cochrane L, Mackay E. Low intensity peripheral muscle conditioning improves exercise tolerance and breathlessness in COPD. *Eur Respir J* 1996 ; 9 : 2590-6.
- Crapo RO, Casaburi R, Coates AL, *et al.* ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med* 2002 ; 166 : 111-7.
- De Brandt J, Spruit MA, Derave W, *et al.* Changes in structural and metabolic muscle characteristics following exercise-based interventions in patients with COPD: a systematic review. *Expert Rev Respir Med* 2016 ; 10 : 521-45.
- Decramer M, Janssens W, Miravittles M. Chronic obstructive pulmonary disease. *Lancet* 2012 ; 379 : 1341-51.
- Ding M, Zhang W, Li K, *et al.* Effectiveness of t'ai chi and qigong on chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review and meta-analysis. *J Altern Complement Med* 2014 ; 20 : 79-86.
- Fuhrman C, Delmas MC. Epidémiologie descriptive de la bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO) en France. *Rev Mal Respir* 2010 ; 27 : 160-8.
- Garcia-Aymerich J, Lange P, Serra I, *et al.* Time-dependent confounding in the study of the effects of regular physical activity in chronic obstructive pulmonary disease: an application of the marginal structural model. *Ann Epidemiol* 2008 ; 18 : 775-83.
- Garcia-Rio F, Lores V, Mediano O, *et al.* Daily physical activity in patients with chronic obstructive pulmonary disease is mainly associated with dynamic hyperinflation. *Am J Respir Crit Care Med* 2009 ; 180 : 506-12.
- Garcia-Rio F, Rojo B, Casitas R, *et al.* Prognostic value of the objective measurement of daily physical activity in patients with COPD. *Chest* 2012 ; 142 : 338-46.
- Geddes EL, O'Brien K, Reid WD, *et al.* Inspiratory muscle training in adults with chronic obstructive pulmonary disease: an update of a systematic review. *Respir Med* 2008 ; 102 : 1715-29.
- Gimeno-Santos E, Frei A, Steurer-Stey C, *et al.* Determinants and outcomes of physical activity in patients with COPD: a systematic review. *Thorax* 2014 ; 69 : 731-9.
- Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease – updated 2016: Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease, Inc., 2016.

Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease – 2017 report: Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease, Inc., 2017.

Gosselink R, De Vos J, van den Heuvel SP, *et al.* Impact of inspiratory muscle training in patients with COPD: what is the evidence? *Eur Respir J* 2011 ; 37 : 416-25.

Griffiths TL, Burr ML, Campbell IA, *et al.* Results at 1 year of outpatient multidisciplinary pulmonary rehabilitation: a randomised controlled trial. *Lancet* 2000 ; 355 : 362-8.

Guo JB, Chen BL, Lu YM, *et al.* Tai Chi for improving cardiopulmonary function and quality of life in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil* 2016 ; 30 : 750-64.

HAS. *Comment mettre en œuvre la réhabilitation respiratoire pour les patients ayant une bronchopneumopathie chronique obstructive ?* Publications de la HAS, 2014, http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2014-06/fps_bpco_rehabilitation_respiratoire_web_2014-06-02_17-33-40_489.pdf.

Heraud N, Prefaut C, Durand F, *et al.* Does correction of exercise-induced desaturation by O₂ always improve exercise tolerance in COPD? A preliminary study. *Respir Med* 2008 ; 102 : 1276-86.

Holland AE, Spruit MA, Troosters T, *et al.* An official European respiratory society/ American thoracic society technical standard: field walking tests in chronic respiratory disease. *Eur Respir J* 2014 ; 44 : 1428-46.

Janaudis-Ferreira T, Hill K, Goldstein R, *et al.* Arm exercise training in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review. *J Cardiopulm Rehabil Prev* 2009 ; 29 : 277-83.

Jones SE, Kon SS, Canavan JL, *et al.* The five-repetition sit-to-stand test as a functional outcome measure in COPD. *Thorax* 2013 ; 68 : 1015-20.

Kon SS, Patel MS, Canavan JL, *et al.* Reliability and validity of 4-metre gait speed in COPD. *Eur Respir J* 2013 ; 42 : 333-40.

Kruis AL, Smidt N, Assendelft WJ, *et al.* Integrated disease management interventions for patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst Rev* 2013 : CD009437.

Lacasse Y, Wong E, Guyatt GH, *et al.* Meta-analysis of respiratory rehabilitation in chronic obstructive pulmonary disease. *Lancet* 1996 ; 348 : 1115-9.

Lan C, Chen SY, Lai JS. Relative exercise intensity of Tai Chi Chuan is similar in different ages and gender. *Am J Chin Med* 2004 ; 32 : 151-60.

Lan C, Lai JS, Chen SY. Tai Chi Chuan: an ancient wisdom on exercise and health promotion. *Sports Med* 2002 ; 32 : 217-24.

Leung RW, Alison JA, McKeough ZJ, *et al.* Ground walk training improves functional exercise capacity more than cycle training in people with chronic obstructive pulmonary disease (COPD): a randomised trial. *J Physiother* 2010 ; 56 : 105-12.

Loprinzi PD, Walker JF. Increased daily movement associates with reduced mortality among COPD patients having systemic inflammation. *Int J Clin Pract* 2016 ; 70 : 286-91.

Lozano R, Naghavi M, Foreman K, *et al.* Global and regional mortality from 235 causes of death for 20 age groups in 1990 and 2010: a systematic analysis for the Global burden of disease study 2010. *Lancet* 2012 ; 380 : 2095-128.

Marquis K, Debigare R, Lacasse Y, *et al.* Midthigh muscle cross-sectional area is a better predictor of mortality than body mass index in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2002 ; 166 : 809-13.

McCarthy B, Casey D, Devane D, *et al.* Pulmonary rehabilitation for chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst Rev* 2015 : CD003793.

McNamara RJ, McKeough ZJ, McKenzie DK, *et al.* Water-based exercise training for chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst Rev* 2013 : CD008290.

Mesquita R, Wilke S, Smid DE, *et al.* Measurement properties of the Timed Up and Go test in patients with COPD. *Chron Respir Dis* 2016 : 1-10.

Ng C, Mackney J, Jenkins S, *et al.* Does exercise training change physical activity in people with COPD? A systematic review and meta-analysis. *Chron Respir Dis* 2012 ; 9 : 17-26.

Ngai SP, Jones AY, Tam WW. Tai Chi for chronic obstructive pulmonary disease (COPD). *Cochrane Database Syst Rev* 2016 : CD009953.

Nonoyama ML, Brooks D, Lacasse Y, *et al.* Oxygen therapy during exercise training in chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst Rev* 2007 : CD005372.

O'Brien K, Geddes EL, Reid WD, *et al.* Inspiratory muscle training compared with other rehabilitation interventions in chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review update. *J Cardiopulm Rehabil Prev* 2008 ; 28 : 128-41.

O'Shea SD, Taylor NF, Paratz JD. Progressive resistance exercise improves muscle strength and may improve elements of performance of daily activities for people with COPD: a systematic review. *Chest* 2009 ; 136 : 1269-83.

Orozco-Levi M, Lloreta J, Minguella J, *et al.* Injury of the human diaphragm associated with exertion and chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2001 ; 164 : 1734-9.

Pan L, Guo YZ, Yan JH, *et al.* Does upper extremity exercise improve dyspnea in patients with COPD? A meta-analysis. *Respir Med* 2012 ; 106 : 1517-25.

Patout M, Zysman M, Raherison Semjen C, *et al.* Epidémiologie et dépistage de la BPCO en France. Workshop de la Société de pneumologie de langue française (SPLF). *Rev Mal Respir* 2014 ; 31 : 693-9.

Peytremann-Bridevaux I, Taffe P, Burnand B, *et al.* Mortality of patients with COPD participating in chronic disease management programmes: a happy end? *Thorax* 2014 ; 69 : 865-6.

Physical Activity Guidelines for Americans (O Publication Ed.). Department of Health and Human Services 2008, <https://health.gov/paguidelines/pdf/paguide.pdf>

Prefaut C, Varray A, Vallet G. Pathophysiological basis of exercise training in patients with chronic obstructive lung disease. *Eur Respir Rev* 1995 ; 5 : 27-32.

Prost T, Rey S. L'état de santé de la population en France – Rapport 2015 : Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques, 2015, http://drees.social-sante.gouv.fr/IMG/pdf/rappeds_v11_16032015.pdf

Puhan MA, Siebeling L, Zoller M, *et al.* Simple functional performance tests and mortality in COPD. *Eur Respir J* 2013 ; 42 : 956-63.

Puhan M, Scharplatz M, Troosters T, *et al.* Pulmonary rehabilitation following exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst Rev* 2009 : CD005305.

Recommandations mondiales sur l'activité physique pour la santé. Bibliothèque de l'OMS, 2010, http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44436/1/9789242599978_fre.pdf

Ries AL, Bauldoff GS, Carlin BW, *et al.* Pulmonary rehabilitation: joint ACCP/AACVPR evidence-based clinical practice guidelines. *Chest* 2007 ; 131 : 4S-42S.

Ries AL, Kaplan RM, Limberg TM, *et al.* Effects of pulmonary rehabilitation on physiologic and psychosocial outcomes in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Ann Intern Med* 1995 ; 122 : 823-32.

Romagnoli I, Scano G, Binazzi B, *et al.* Effects of unsupported arm training on arm exercise-related perception in COPD patients. *Respir Physiol Neurobiol* 2013 ; 186 : 95-102.

Rycroft CE, Heyes A, Lanza L, *et al.* Epidemiology of chronic obstructive pulmonary disease: a literature review. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* 2012 ; 7 : 457-94.

Ryu CW, Jahng GH, Choi CW, *et al.* Microstructural change of the brain in chronic obstructive pulmonary disease: a voxel-based investigation by MRI. *COPD* 2013 ; 10 : 357-66.

Sackett DL, Rosenberg WM, Gray JA, *et al.* Evidence based medicine: what it is and what it isn't. *BMJ* 1996 ; 312 : 71-2.

Salman GF, Mosier MC, Beasley BW, *et al.* Rehabilitation for patients with chronic obstructive pulmonary disease: meta-analysis of randomized controlled trials. *J Gen Intern Med* 2003 ; 18 : 213-21.

Saltin B, Grimby G. Physiological analysis of middle-aged and old former athletes. Comparison with still active athletes of the same ages. *Circulation* 1968 ; 38 : 1104-15.

Schaadt L, Christensen R, Kristensen LE, *et al.* Increased mortality in patients with severe COPD associated with high-intensity exercise: a preliminary cohort study. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* 2016 ; 11 : 2329-34.

Seymour JM, Spruit MA, Hopkinson NS, *et al.* The prevalence of quadriceps weakness in COPD and the relationship with disease severity. *Eur Respir J* 2010 ; 36 : 81-8.

- SPLF. Rehabilitation of COPD patients. *Rev Mal Respir* 2010 ; 27 : S36-69.
- Spruit MA, Polkey MI, Celli B, *et al.* Predicting outcomes from 6-minute walk distance in chronic obstructive pulmonary disease. *J Am Med Dir Assoc* 2012 ; 13 : 291-7.
- Spruit MA, Singh SJ, Garvey C, *et al.* An official American thoracic society/European respiratory society statement: key concepts and advances in pulmonary rehabilitation. *Am J Respir Crit Care Med* 2013 ; 188 : e13-64.
- Stav D, Raz M, Shpirer I. Three years of pulmonary rehabilitation: inhibit the decline in airflow obstruction, improves exercise endurance time, and body-mass index, in chronic obstructive pulmonary disease. *BMC Pulm Med* 2009 ; 9 : 26.
- Steele BG, Belza B, Cain KC, *et al.* A randomized clinical trial of an activity and exercise adherence intervention in chronic pulmonary disease. *Arch Phys Med Rehabil* 2008 ; 89 : 404-12.
- Strasser B, Siebert U, Schobersberger W. Effects of resistance training on respiratory function in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review and meta-analysis. *Sleep Breath* 2013 ; 17 : 217-26.
- Swallow EB, Reyes D, Hopkinson NS, *et al.* Quadriceps strength predicts mortality in patients with moderate to severe chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* 2007 ; 62 : 115-20.
- Troosters T, Sciurba F, Battaglia S, *et al.* Physical inactivity in patients with COPD, a controlled multi-center pilot-study. *Respir Med* 2010 ; 104 : 1005-11.
- Vallet G, Ahmaidi S, Serres I, *et al.* Comparison of two training programmes in chronic airway limitation patients: standardized versus individualized protocols. *Eur Respir J* 1997 ; 10 : 114-22.
- Vogiatzis I, Nanas S, Roussos C. Interval training as an alternative modality to continuous exercise in patients with COPD. *Eur Respir J* 2002 ; 20 : 12-9.
- Walker PP, Burnett A, Flavahan PW, *et al.* Lower limb activity and its determinants in COPD. *Thorax* 2008 ; 63 : 683-9.
- Waschki B, Kirsten A, Holz O, *et al.* Physical activity is the strongest predictor of all-cause mortality in patients with COPD: a prospective cohort study. *Chest* 2011 ; 140 : 331-42.
- Waschki B, Spruit MA, Watz H, *et al.* Physical activity monitoring in COPD: compliance and associations with clinical characteristics in a multicenter study. *Respir Med* 2012 ; 106 : 522-30.
- Watz H, Waschki B, Meyer T, *et al.* Physical activity in patients with COPD. *Eur Respir J* 2009 ; 33 : 262-72.
- Weiner P, Magadle R, Beckerman M, *et al.* Maintenance of inspiratory muscle training in COPD patients: one year follow-up. *Eur Respir J* 2004 ; 23 : 61-5.
- World Health Statistics. France : World Health Organization, 2008, http://www.who.int/gho/publications/world_health_statistics/EN_WHS08_Full.pdf

Wu W, Liu X, Wang L, *et al.* Effects of Tai Chi on exercise capacity and health-related quality of life in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review and meta-analysis. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* 2014 ; 9 : 1253-63.

Yan JH, Guo YZ, Yao HM, *et al.* Effects of Tai Chi in patients with chronic obstructive pulmonary disease: preliminary evidence. *PLoS One* 2013 ; 8 : e61806.

Zainuldin R, Mackey MG, Alison JA. Optimal intensity and type of leg exercise training for people with chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst Rev* 2011 : CD008008.

Zhang H, Wang X, Lin J, *et al.* Reduced regional gray matter volume in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a voxel-based morphometry study. *Am J Neuroradiol* 2013 ; 34 : 334-9.

14

Asthme

Données épidémiologiques majeures

L'asthme est une maladie hétérogène, généralement caractérisée par une inflammation chronique des voies aériennes. Elle est définie par la présence d'antécédents de troubles respiratoires à type de sifflement expiratoire, de dyspnée, d'oppression thoracique et de toux, qui peuvent varier dans le temps et en intensité et une limitation variable du flux expiratoire (*Global Initiative for Asthma*, 2017).

Dans une enquête nationale récente portant sur l'année 2012-2013, la prévalence de l'asthme en France chez les enfants âgés de 10 ans ou plus a été estimée à près de 11 %. Une comparaison réalisée par rapport à une même enquête réalisée 7 ans plus tôt montre que la prévalence de cette pathologie a significativement progressé (ratio de prévalence corrigé : 1,13 ; Delmas et coll., 2016). Chez l'adulte, la prévalence est légèrement plus faible (entre 6 et 7 %) et reste stable (Delmas et coll., 2010). Le taux annuel standardisé de mortalité liée à l'asthme est en constante diminution depuis le milieu des années 1980 (passant de 5 à 1,5/100 000 entre 1986 et 2006). Après une baisse initiale des taux d'hospitalisation (jusque vers 2004), les chiffres se sont stabilisés tant chez les enfants que chez les adultes. Plus de la moitié des hospitalisations liées à l'asthme concerne les enfants de moins de 15 ans (Delmas et coll., 2010).

Effets de l'exercice

La pratique physique chez l'asthmatique est un véritable paradoxe. En effet, l'activité physique peut provoquer un bronchospasme post-exercice (BPE) chez la plupart des asthmatiques qui est souvent une des raisons les éloignant d'activités impliquant des dépenses physiques importantes (Carlsen et Carlsen, 2002). Pourtant, la littérature scientifique a établi de longue date que le développement de la capacité physique aérobie est fondamentale pour prévenir le BPE, en majorant dans des proportions considérables la bronchodilatation d'exercice (Haas et coll., 1987) et en réduisant le stimulus de

provocation du BPE par la réduction de la ventilation pour une intensité d'exercice donnée (Hallstrand et coll., 2000 ; Varray et coll., 1995). La capacité à proposer des activités physiques d'endurance sans s'exposer au BPE est donc d'une importance capitale pour que les asthmatiques puissent bénéficier des effets de la pratique physique. De ce point de vue, les échauffements protecteurs du BPE (début d'une séance d'activité physique constituée d'exercices physiques dont la nature permet d'éviter l'apparition d'un BPE lorsque le risque de son apparition est important) méritent d'être rappelés car trop souvent sous-utilisés (McKenzie et coll., 1994 ; Schnall et Landau, 1980), ainsi que des traitements pharmacologiques préventifs le cas échéant. Depuis les années 1990, l'intérêt de la prescription d'activités physiques adaptées chez l'asthmatique a été soutenu par des nombreux travaux scientifiques. Pourtant, des travaux font encore état d'une réalité complexe concernant le rapport des asthmatiques à l'activité physique. Le niveau d'activité physique chez ces derniers, reste limité. Cette situation est liée à un sentiment de crainte partagé par les enfants, les parents et les enseignants qui perçoivent mal ce qu'il est possible de faire ou pas. Pire, l'activité physique semble encore être perçue comme une menace à gérer plutôt que comme un élément bénéfique dans la prise en charge de la personne et de sa pathologie (Williams et coll., 2010). L'enfant lui-même interprète incorrectement l'essoufflement physiologique au cours de l'exercice comme un signe d'imminence de la crise d'asthme (Williams et coll., 2008). De plus, les parents ont une attitude extrêmement ambivalente ; en effet, une enquête récente montre que si 96 % des mères d'enfants asthmatiques déclarent que l'activité physique est importante pour les enfants et les adolescents, près de 40 % d'entre elles reconnaissent imposer des restrictions d'activité physique à leurs enfants (Dantas et coll., 2014). Il est donc toujours aussi nécessaire de faire un point précis sur la littérature relative à ce sujet, et ne pas hésiter à mieux former les enfants, leurs parents, ainsi que les enseignants et éducateurs qui seront amenés à travailler avec eux.

Les méta-analyses réalisées sur les effets de l'activité physique chez l'asthmatique sont beaucoup moins nombreuses que celles réalisées chez les patients atteints de bronchopneumopathie chronique obstructive. La première d'entre elles a été réalisée en 2000 (Ram et coll., 2000) et a bénéficié depuis de nombreuses mises à jour : en 2005 (Ram et coll., 2005), 2012 (Chandratille et coll., 2012) et 2013 (Carson et coll., 2013). Selon cette dernière actualisation, il n'existe pas d'effet de la pratique physique sur la fonction respiratoire de repos (sur la capacité vitale forcée (CVF), le volume expiratoire maximal par seconde (VEMS) et le débit de pointe). Toutefois, cette conclusion est remise en question par une autre méta-analyse (Eichenberger et coll., 2013) qui montre un effet significatif de l'activité physique sur la

fonction respiratoire avec une augmentation moyenne du VEMS de 3 % (différence moyenne = 0,09 L ; IC 95 % [0,00-0,17], $p = 0,05$). La contradiction de ces conclusions est probablement liée à une grande dispersion de résultats entre les études sélectionnées. Les effets sur les symptômes sont complexes à établir pour des raisons méthodologiques comme l'absence de normalité dans certaines variables testées empêchant les calculs de méta-analyse. Toutefois, certains éléments apparaissent assez systématiques comme l'augmentation significative du nombre de jours sans symptômes qui sont généralement entre 45 et 70 % plus nombreux chez les sujets entraînés, avec une persistance de l'effet dans le temps (jusqu'à 90 jours après le début de l'intervention), obtenus sur 3 études (151 patients). Les données concernant les effets obtenus sur la capacité cardiorespiratoire ont été obtenues à partir de 8 études (267 patients). La $\dot{V}O_2\text{max}$ est significativement augmentée chez les asthmatiques entraînés (avec un gain moyen de $\dot{V}O_2\text{max}$ proche de $5 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ sur des périodes de suivi allant de 6 à 24 semaines). La qualité de vie est également nettement améliorée, et ce quels que soient les questionnaires utilisés. En effet, les améliorations sont la plupart du temps significatives sur un plan statistique et clinique, soit sur les scores totaux de qualité de vie, soit sur des sous-échelles comme la fréquence des symptômes, la limitation physique et la dimension psychosociale.

Cette première et historique méta-analyse et ses multiples mises à jour présentent toutefois une limitation importante, car l'impact des activités physiques sur le BPE n'est pas étudié. Pourtant, l'amélioration de l'aptitude physique aérobie et ses effets sur l'hyperventilation d'exercice sont des éléments fondamentaux du risque de BPE (Hallstrand et coll., 2000 ; Varray et coll., 1995 ; Haas et coll., 1987). La méta-analyse de l'équipe d'Eichenberger (Eichenberger et coll., 2013) complète cette dimension, sur la base d'une approche très pertinente au regard des connaissances physiopathologiques du BPE. Sur un total de 17 études (599 patients), les effets sur la qualité de vie, la $\dot{V}O_2\text{max}$ et la capacité d'exercice ont été confirmés et dans des proportions équivalentes. De plus, ce travail met en évidence que l'activité physique d'endurance réduit l'hyperréactivité bronchique (HRB sur tests médicamenteux) de 53 %, le BPE de 9 % (chute du VEMS après exercice), toutes ces évolutions étant significatives. De plus, des régressions multiples ont permis de mettre en évidence que la réduction de l'HRB et du BPE contribue significativement à l'amélioration de la qualité de vie et de la capacité d'exercice (Eichenberger et coll., 2013). En raison d'une trop grande variabilité des méthodes explorant l'inflammation locale des voies aériennes, la méta-analyse n'a pu être réalisée sur ce domaine. À ce jour, la littérature est jugée encore trop hétérogène pour pouvoir apporter une preuve formelle quant à l'effet de l'exercice sur l'état inflammatoire des voies aériennes malgré une

revue systématique de travaux apportant des données probantes sur ce sujet (Pakhale et coll., 2013).

Conclusion

Les effets de l'activité physique sur le développement de l'aptitude cardio-respiratoire, la qualité de vie, les symptômes et la réactivité bronchique sont clairement démontrés. Les effets sur la fonction respiratoire de repos, et le VEMS plus précisément, sont par contre plus discutés. Les auteurs des méta-analyses insistent sur le besoin de disposer d'études mieux contrôlées pour tenter d'éliminer un biais toujours possible dans ces travaux, à savoir une meilleure compliance dans la prise des traitements médicamenteux. La littérature ne permet pas de comparer des intensités très variées car la quasi-totalité des travaux ont utilisé des exercices d'endurance réalisés à intensité modérée à haute, à des fréquences au moins bi-hebdomadaires et des durées de séances comprises entre 30 et 40 minutes effectives. Il apparaît clairement dans les méta-analyses un besoin de mieux connaître les intensités optimales d'entraînement. Une recommandation importante est d'insister sur la nécessité d'adapter les activités physiques aux capacités réelles des asthmatiques, car c'est au début de la pratique que les risques de BPE sont les plus élevés compte tenu d'une faible aptitude physique aérobie (Haas et coll., 1987). Rendre possible la pratique des activités physiques sans craindre le déclenchement d'un BPE est possible et même indispensable pour pouvoir bénéficier des effets positifs à long terme de la pratique physique notamment sur la réduction du risque de BPE.

RÉFÉRENCES

Carlsen KH, Carlsen KC. Exercise-induced asthma. *Paediatr Respir Rev* 2002 ; 3 : 154-60.

Carson KV, Chandratilleke MG, Picot J, *et al.* Physical training for asthma. *Cochrane Database Syst Rev* 2013 : CD001116.

Chandratilleke MG, Carson KV, Picot J, *et al.* Physical training for asthma. *Cochrane Database Syst Rev* 2012 : CD001116.

Dantas FM, Correia MA Jr, Silva AR, *et al.* Mothers impose physical activity restrictions on their asthmatic children and adolescents: an analytical cross-sectional study. *BMC Public Health* 2014 ; 14 : 287.

Delmas MC, Fuhrman C, pour le groupe épidémiologie et recherche clinique de la SPLF. Asthma in France: a review of descriptive epidemiological data. *Rev Mal Respir* 2010 ; 27 : 151-9.

Delmas MC, Guignon N, Leynaert B, *et al.* Increase in asthma prevalence among young children in France. *Rev Mal Respir* 2017 ; 34 : 525-34.

Eichenberger PA, Diener SN, Kofmehl R, *et al.* Effects of exercise training on airway hyperreactivity in asthma: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med* 2013 ; 43 : 1157-70.

Global Initiative for Asthma (GINA). Global strategy for asthma management and prevention. 2017 update.

Haas F, Pasiński S, Levine N, *et al.* Effect of aerobic training on forced expiratory airflow in exercising asthmatic humans. *J Appl Physiol (1985)* 1987 ; 63 : 1230-5.

Hallstrand TS, Bates PW, Schoene RB. Aerobic conditioning in mild asthma decreases the hyperpnea of exercise and improves exercise and ventilatory capacity. *Chest* 200 ; 118 : 1460-9.

McKenzie DC, McLuckie SL, Stirling DR. The protective effects of continuous and interval exercise in athletes with exercise-induced asthma. *Med Sci Sports Exerc* 1994 ; 26 : 951-6.

Pakhale S, Luks V, Burkett A, *et al.* Effect of physical training on airway inflammation in bronchial asthma: a systematic review. *BMC Pulm Med* 2013 ; 13 : 38.

Ram FS, Robinson SM, Black PN. Physical training for asthma. *Cochrane Database Syst Rev* 2000 : CD001116.

Ram FS, Robinson SM, Black PN, *et al.* Physical training for asthma. *Cochrane Database Syst Rev* 2005 : CD001116.

Schnall RP, Landau LI. Protective effects of repeated short sprints in exercise-induced asthma. *Thorax* 1980 ; 35 : 828-32.

Varray AL, Mercier JG, Prefaut CG. Individualized training reduces excessive exercise hyperventilation in asthmatics. *Int J Rehabil Res* 1995 ; 18 : 297-312.

Williams B, Hoskins G, Pow J, *et al.* Low exercise among children with asthma: a culture of over protection? A qualitative study of experiences and beliefs. *Br J Gen Pract* 2010 ; 60 : e319-26.

Williams B, Powell A, Hoskins G, *et al.* Exploring and explaining low participation in physical activity among children and young people with asthma: a review. *BMC Fam Pract* 2008 ; 9 : 40.

15

Pathologies ostéo-articulaires

En 2016, l'étude *Global Burden of Disease Study* a montré que parmi 310 maladies chroniques, la lombalgie commune était la 1^{re} cause d'années de vie vécues avec handicap de manière stable entre 1990 et 2015 et dans 195 pays et territoires, devant les déficiences sensorielles, les anémies par carence martiale, les maladies mentales, les maladies cutanées et le diabète (*Global Burden of Disease Study*, 2016). L'ensemble des pathologies ostéo-articulaires arrive en seconde position des principales causes de handicap dans le monde. Le poids de ces pathologies est particulièrement important dans les pays à revenus élevés d'Asie, d'Europe Occidentale, d'Océanie et d'Amérique du Nord (*Global Burden of Disease Study*, 2016).

En France, l'étude Handicap-Santé 2008-2009 a montré des résultats comparables : les pathologies ostéo-articulaires étaient la 1^{re} cause de handicap perçu chez les sujets de plus de 40 ans et la 1^{re} cause de limitations d'activité chez les sujets âgés de 40 à 60 ans (Palazzo et coll., 2012). La prévalence globale des pathologies ostéo-articulaires dans la population française adulte était de 27,7 %. Les deux pathologies ostéo-articulaires présentant les prévalences les plus élevées étaient la lombalgie commune (12,5 %) et l'arthrose périphérique (12,3 %), devant les cervicalgies (6,8 %), les déformations rachidiennes (5,5 %), les rhumatismes inflammatoires chroniques (RIC, 3,5 %) et l'ostéoporose (1,9 %) (Palazzo et coll., 2014).

En 2013, à partir des données de l'étude *Global Burden of Disease Study* de 2010, Murray et coll. ont comparé les performances des systèmes de santé de 19 pays (15 États membres de l'Union Européenne plus la Norvège, le Canada, les États-Unis et l'Australie) dans la prise en charge des maladies chroniques (Murray et coll., 2013). Si l'on considère le nombre d'années de vie vécues avec handicap, les performances de la France la plaçaient au 3^e rang pour la prise en charge de l'arthrose périphérique, au 5^e rang pour celle des cervicalgies, mais seulement au 13^e rang pour celles de la lombalgie commune et des autres pathologies ostéo-articulaires (Murray et coll., 2013).

Les recommandations nationales et internationales concernant le traitement des pathologies ostéo-articulaires préconisent l'association de mesures

médicamenteuses et non médicamenteuses. Parmi celles-ci, l'activité physique adaptée (APA) fait partie intégrante du traitement des pathologies ostéo-articulaires et est largement recommandée. Le terme d'« APA » est peu utilisé dans la littérature scientifique internationale et les articles scientifiques se réfèrent souvent aux « exercices » ou « exercices thérapeutiques » (« *exercise therapy* » en anglais). Ce terme générique désigne un programme structuré d'exercices qui peut être un programme d'exercices spécifiques ou un programme d'activité physique non spécifique, ou l'association de ces deux programmes. Les exercices spécifiques visent à réduire et/ou prévenir les déficiences et les limitations d'activité spécifiques, en rapport avec la pathologie ostéo-articulaire sous-jacente (raideur, instabilité, déformation articulaire, faiblesse musculaire, troubles de la marche...). Les types d'exercices proposés concernent le renforcement musculaire, la mobilité, l'étirement ou la proprioception des articulations ou des groupes musculaires atteints. Le programme d'activité non spécifique quant à lui cherche à réduire et/ou prévenir les déficiences et les limitations d'activité non spécifiques liées à l'évolution chronique de la maladie ou à la iatrogénie, telle que la fatigue, les symptômes cliniquement significatifs d'anxiété et de dépression, la baisse des performances musculaires globales qui contribuent au syndrome de déconditionnement à l'effort. Cette pratique cible l'amélioration des capacités aérobies et de la forme physique générale (« *general physical fitness* »). Ces programmes peuvent être supervisés, par un professionnel de la rééducation ou de l'activité physique adaptée, ou non supervisés et se dérouler dans le milieu de vie du patient (domicile, club sportif, associations...).

En 2005, Smidt et coll. ont analysé dans une revue systématique 45 revues systématiques de bonne qualité évaluant l'efficacité des exercices dans différentes maladies chroniques (Smidt et coll., 2005). Pour les pathologies ostéo-articulaires, les auteurs ont conclu à un bon niveau de preuve dans l'arthrose du genou et la lombalgie subaiguë et chronique, à une efficacité probable dans l'arthrose de hanche et la spondylarthrite ankylosante, à l'absence de preuve suffisante dans les cervicalgies, les douleurs d'épaule et la polyarthrite rhumatoïde (PR) et à l'absence d'efficacité dans la lombalgie aiguë (Smidt et coll., 2005). Néanmoins, depuis 10 ans, la méthodologie des essais d'intervention non pharmacologique a fait des progrès considérables (Boutron et coll., 2008a et 2003) et les interventions proposées ont beaucoup évolué. Ces dernières tiennent mieux compte du fardeau du traitement et incluent désormais des modalités thérapeutiques innovantes qui visent à améliorer l'adhésion des patients aux programmes structurés d'exercices et d'activité physique non spécifique (Aitken et coll., 2015) et à rendre les interventions testées moins invasives et plus facilement transposables à la vie quotidienne.

Activité physique et rachialgies chroniques

Lombalgie commune

La lombalgie commune est la 1^{re} cause d'années de vie vécues avec handicap dans le monde (*Global Burden of Disease Study*, 2016). Son incidence varie de 60 à 90 % et sa prévalence est de 5 %. Aux États-Unis, 1 adulte sur 4 rapporte au moins 1 épisode de lombalgie au cours des 3 derniers mois (Deyo et coll., 2006). La lombalgie commune est le plus souvent classée et traitée en fonction de la durée d'évolution des symptômes, de la présence ou non de symptômes radiculaires et de la présence ou non d'anomalies anatomiques ou radiologiques concordantes. En fonction de la durée d'évolution des symptômes, on distingue la lombalgie aiguë (< 4 semaines), subaiguë (de 4 à 12 semaines) et chronique (> 12 semaines) (Qaseem et coll., 2017). Dans la majorité des cas, un épisode de lombalgie aiguë se résout spontanément et ne nécessite pas de recours au médecin (Carey et coll., 1996). Chez les patients qui consultent, la douleur, le handicap et les capacités à travailler s'améliorent le plus souvent au cours du 1^{er} mois (Pengel et coll., 2003). Dans 85 % à 95 % des cas, les symptômes disparaissent en moins de 3 mois (Frymoyer et Cats-Baril, 1991). Toutefois, les symptômes peuvent se chroniciser dans 5 à 15 % des cas et 1 patient sur 5 rapporte alors la persistance à 1 an de limitations d'activité (Von Korff et Saunders, 1996). La lombalgie chronique est la cause la plus fréquente de handicap et d'arrêt de travail. Après 6 mois d'évolution, environ 10 % des patients lombalgiques chroniques sont en arrêt de travail (Waddell, 1993). Ces cas sont responsables de 60 à 80 % des coûts liés à la lombalgie : les coûts directs sont liés à la consommation médicale alors que les coûts indirects sont représentés par les arrêts de travail et la perte de productivité au travail. Le pronostic fonctionnel de la lombalgie chronique est sombre, puisque la probabilité de reprise du travail est de seulement 50 % après 6 mois d'arrêt de travail, de 25 % après 1 an et quasiment nulle après 2 ans (Poiraudau et coll., 2007). En France, les coûts directs (consultations médicales, frais d'hospitalisation, traitements médicamenteux, kinésithérapie, frais de réadaptation et de matériel orthopédique) sont estimés à 2,7 milliards d'euros par an, ce qui représente environ 1,5 % de l'ensemble des dépenses annuelles en France (Fassier, 2011).

Les traitements médicamenteux ne permettent pas de réduire les retentissements fonctionnels ou socio-professionnels de la lombalgie chronique (Mayer et coll., 1985). Différentes modalités d'APA ont été évaluées, dont les principales sont les programmes structurés d'exercices, les programmes multidisciplinaires de réentraînement à l'effort (RAE) et les activités physiques non spécifiques telles que le Tai Chi, le yoga, le Pilates et la marche.

Dans la revue systématique la plus récente publiée en février 2017 par Chou et coll., qui a inclus les revues systématiques et les essais randomisés contrôlés (ERC) qui s'intéressaient à l'efficacité et la tolérance des traitements conservateurs dans la lombalgie aiguë, subaiguë et chronique publiés jusqu'en novembre 2016, les auteurs ont identifié 122 ERC évaluant les exercices, 44 les programmes multidisciplinaires de RAE, 2 le Tai Chi et 14 le yoga (Chou et coll., 2017). La comparaison a été faite avec des groupes qui recevaient : un placebo de l'intervention (ou *sham*), aucun traitement avec une liste d'attente pour la chirurgie (*wait-list*), des soins usuels (définis comme des soins laissés à la discrétion du médecin traitant) ou une autre intervention non pharmacologique. La douleur, la fonction, le retour au travail et les effets indésirables à court (≤ 6 mois) et long (≥ 1 an) termes ont été étudiés. Les effets du traitement étaient classés en fonction des différences moyennes standardisées (DMS) calculées et réparties en trois catégories : faibles pour une DMS entre 0,2 et 0,5, modérés pour une DMS entre 0,5 et 0,8 et larges pour une DMS $> 0,8$ (Chou et coll., 2017) (tableau 15.1).

Exercices

L'efficacité des exercices et leur tolérance ont été beaucoup étudiées dans la lombalgie. Trois revues systématiques, incluant respectivement 1 993, 3 957 et 4 138 patients, ont été incluses dans la revue systématique de Chou et coll. (2017) : une revue systématique publiée en 2010 sur les effets des exercices dans la lombalgie chronique à court, moyen et long termes (37 ERC) (van Middelkoop et coll., 2010), une revue systématique publiée en 2010 sur les effets des exercices sur la capacité à travailler (23 ERC) (Oesch et coll., 2010) et une revue systématique publiée en 2013 sur les effets des exercices de contrôle moteur (16 ERC) (Bystrom et coll., 2013). Chou et coll. ont identifié 51 ERC supplémentaires. Les deux revues systématiques de 2016 du groupe *Cochrane* sur les exercices de contrôle moteur (Macedo et coll., 2016 ; Saragiotto et coll., 2016) et celle de 2010 sur l'intérêt des exercices en prévention des récurrences de lombalgie (Choi et coll., 2010) n'ont pas été incluses dans le travail de Chou et coll.

Pour la lombalgie aiguë (3 ERC) et subaiguë (5 ERC), les exercices ne permettaient pas d'obtenir une réduction de la douleur, comparés à l'absence d'exercices (Chou et coll., 2007). En revanche, pour la lombalgie chronique, les exercices apportaient une réduction de la douleur au temps de suivi le plus proche, comparés à l'absence d'exercices (19 ERC, différences moyennes pondérées sur 100 [DMP] 10,00 ; intervalle de confiance (IC) à 95 % [1,31 à 19,09]), mais pas d'amélioration de la fonction (17 ERC, DMP sur 100 : 3,00 ; IC 95 % [0,53 à 6,48] (Chou et coll., 2007). Dans une revue

Tableau 15.1 : Efficacité et tolérance de l'activité physique dans la lombalgie commune : principaux résultats de la revue systématique la plus récente

Auteur, année Méthode	Pathologie	Effectifs	AP	Comparateurs	Critères de jugement	Tolérance
Chou et coll., 2017 RS des RS+MA des ERC	Lombalgie – aiguë : < 4 semaines – subaiguë : 4 à 12 semaines – chronique : > 12 semaines	3 RS+MA 1993 à 4 138 patients	Exercices : 122 ERC RAE : 44 ERC Tai Chi : 2 ERC Yoga : 14 ERC	Placebo Absence de traitement Soins usuels Autre intervention non pharmacologique sans AP	Douleur Fonction Retour au travail EIND À court terme : ≤ 6 mois) À long termes : ≥ 1 an Effets du traitement classés en fonction de la DM – faibles : DMS de 0,2 à 0,5 – modérés : DMS de 0,5 à 0,8 – larges : DMS > 0,8	Pas d'EIND grave Exacerbation des symptômes préexistants
Efficacité (résultats des RS)						
Exercices vs pas d'exercices Lombalgie chronique Douleur à court terme : DMP sur 100 (IC 95 %) 10,00 [1,31 à 19,09] Fonction à court terme : DMP sur 100 (IC 95 %) 3,00 [0,53 à 6,48]		ECM vs exercices généraux Lombalgie chronique Douleur à court terme : DMP sur 100 (IC 95 %) -7,80 [-10,95 à 4,65] Douleur à moyen terme : DMP sur 100 (IC 95 %) -6,06 [-10,94 à 1,18] Fonction à court terme : DMP sur 100 (IC 95 %) -4,65 [-6,20 à -3,11] Fonction à long terme : DMP sur 100 (IC 95 %) -4,72 [-8,81 à -0,63]		RAE vs kinésithérapie Lombalgie chronique Douleur à court terme : DMS (IC 95 %) -0,30 [-0,54 à -0,06] Douleur à long terme : DMS (IC 95 %) -0,51 [-1,04 à -0,01] Fonction à court terme : DMS (IC 95 %) -0,39 [-0,68 à -0,10] Fonction à long terme : DMS (IC 95 %) -0,68 [-1,19 à -0,16]		
Exercices vs soins usuels Lombalgie aiguë et subaiguë Douleur : pas de différence Lombalgie chronique Douleur à court terme : DMP sur 100 (IC 95 %) -9,23 [-16,02 à -2,43] Douleur à long terme : DMP sur 100 (IC 95 %) -4,94 [-10,45 à -0,58]		RAE vs soins usuels Lombalgie chronique Douleur à court terme : DMS (IC 95 %) -0,55 [-0,83 à -0,28] Douleur à long terme : DMS (IC 95 %) -0,21 [-0,37 à -0,04]		Tai Chi vs absence de Tai Chi Lombalgie chronique Douleur à court terme : DM sur 10 (IC 95 %) -1,3 [-1,9 à -0,7] Fonction à court terme : DM selon le RMDQ (IC 95 %) -2,6 [-3,7 à -1,1]		

Tableau 15.1 (fin) : Efficacité et tolérance de l'activité physique dans la lombalgie commune : principaux résultats de la revue systématique la plus récente

Fonction à court terme : DMP sur 100 (IC 95 %) -12,35 [-23,0 à -1,69]	Fonction à court terme : DMS (IC 95 %) -0,41 [-0,62 à -0,19]	Yoga vs soins usuels
Fonction à long terme : DMP sur 100 (IC 95 %) -3,17 [-5,96 à -0,38]	Fonction à long terme : DMS (IC 95 %) -0,23 [-0,40 à -0,06]	Lombalgie chronique
Incapacité à travailler à long terme : OR (IC 95 %) 0,66 [0,48 à 0,92]	Retour au travail à long terme : OR (IC 95 %) 1,04 [0,73 à 1,47]	Douleur à S24 : VM (ESM) -18,9 (2,52) vs -4,4 (2,08) sur 100 points
ECM vs intervention minimale	RAE vs absence de RAE	Douleur à M6 : VM (ESM) -15,7 (3,25) vs -2,7 (2,25) sur 100 points
Lombalgie chronique	Lombalgie chronique	Fonction à S24 : VM (ESM) -8,3 (1,82) vs -2,3 (1,09) sur le score ODI sur 100
Douleur à court terme : DMP sur 100 (IC 95 %) -12,48 [-19,04 à -5,93]	Douleur à court terme : DMS (IC 95 %) -0,73 [-1,22 à -0,24]	Fonction à M6 : VM (ESM) -7,0 (2,17) vs 0,4 (1,44) sur le score ODI sur 100
Douleur à long terme : DMP sur 100 (IC 95 %) -13,32 [-19,75 à -6,90]	Fonction à court terme : DMS (IC 95 %) -0,49 [-0,76 à -0,22]	Yoga vs ETP
Fonction à court terme : DMP sur 100 (IC 95 %) -9,00 [-15,28 à -2,73]	Retour au travail à long terme : OR (IC 95 %) 1,87 [1,39 à 2,53]	Lombalgie chronique
Fonction à long terme : DMP sur 100 (IC 95 %) -6,64 [-11,72 à -1,57]		Douleur à court terme : DMS (IC 95 %) -0,45 [-0,63 à -0,26]
		Fonction à court terme : DMS (IC 95 %) -0,45 [-0,65 à -0,25]
		Fonction à long terme : DMS (IC 95 %) -0,39 [-0,66 à -0,11]

AP : activité physique ; DM : différence moyenne ; DMP : différence moyenne pondérée ; DMS : différence moyenne standardisée ; ECM : exercices de contrôle moteur ; EIND : effets indésirables ; ERC : essai randomisé contrôlé ; ESM : erreur standard de la moyenne ; IC : intervalle de confiance ; M : mois ; MA : méta-analyse ; ODI : Oswestry Disability Index ; OR : odds-ratio ; RAE : réentraînement à l'effort ; RMDQ : Roland Morris Disability Questionnaire ; RS : revue systématique ; S : semaine ; VM : variation moyenne.

systématique plus récente dont les critères étaient plus stricts, les exercices, comparés aux soins usuels, permettaient d'obtenir une réduction de la douleur (2 ERC, DMP sur 100 : -9,23 ; IC 95 % [-16,02 à -2,43]) et une amélioration de la fonction (3 ERC, DMP sur 100 : -12,35 ; IC 95 % [-23,0 à -1,69]) en fin de traitement mais aussi à long terme pour la réduction de la douleur (2 ERC, DMP sur 100 : -4,94 ; IC 95 % [-10,45 à -0,58]) et pour l'amélioration de la fonction (3 ERC, DMP sur 100 : -3,17 ; IC 95 % [-5,96 à -0,38]) (van Middelkoop et coll., 2010). Les exercices permettaient de réduire l'incapacité à travailler à long terme (environ 12 mois) (8 ERC, *odds ratio* [OR] 0,66 ; IC 95 % [0,48 à 0,92]), mais pas à court terme (Oesch et coll., 2010).

Les exercices de contrôle moteur comparés à une intervention minimale permettaient d'obtenir une réduction de la douleur à court terme (2 ERC, DMP sur 100 : -12,48 ; IC 95 % [-19,04 à -5,93]) et à long terme (2 ERC, DMP sur 100 : -13,32 ; IC 95 % [-19,75 à -6,90]) et une amélioration de la fonction à court terme (3 ERC, DMP sur 100 : -9,00 ; IC 95 % [-15,28 à -2,73]) et à long terme (2 ERC, DMP sur 100 : -6,64 ; IC 95 % [-11,72 à -1,57]) (Bystrom et coll., 2013). Les effets des exercices de contrôle moteur ont aussi été comparés à ceux d'exercices plus généraux. Les exercices de contrôle moteur permettaient d'obtenir une réduction de la douleur à court terme (6 ERC, DMP sur 100 : -7,80 ; IC 95 % [-10,95 à 4,65]) et à moyen terme (3 ERC, DMP sur 100 : -6,06 ; IC 95 % [-10,94 à 1,18]) sans que ces effets se maintiennent à long terme, et une amélioration de la fonction à court terme (6 ERC, DMP sur 100 : -4,65 ; IC 95 % [-6,20 à -3,11]) et à long terme (3 ERC, DMP sur 100 : -4,72 ; IC 95 % [-8,81 à -0,63]).

L'intérêt des exercices réalisés après l'épisode initial de lombalgie pour prévenir les récurrences a été évalué dans une revue *Cochrane* publiée en 2010 (Choi et coll., 2010). Comparés à l'absence d'intervention, les exercices permettaient une réduction du taux de récurrences de lombalgie à 1 an (rapport des taux 0,50 ; IC 95 % [0,34 à 0,73]) et du nombre de récurrences de lombalgie à 1,5 à 2 ans (DMS -0,35 ; IC 95 % [-0,60 à -0,10]) avec un niveau de preuve modéré, et une réduction du nombre de jours d'arrêt de travail dans les 1,5 à 2 ans suivant l'épisode lombalgique initial (DM -4,37 jours ; IC 95 % [-7,74 à -0,99]) avec un niveau de preuve faible. Les résultats concernant l'intérêt des exercices réalisés pendant l'épisode de lombalgie pour prévenir les récurrences étaient discordants (Choi et coll., 2010).

La synthèse des données de la littérature montre que dans la lombalgie chronique, les exercices permettent d'obtenir une réduction de la douleur et une amélioration de la fonction, en fin de traitement et à long terme, et une réduction de l'incapacité à travailler à long terme. Les exercices ont

également un intérêt lorsqu'ils sont réalisés après un épisode de lombalgie, afin de prévenir les récurrences, réduire leur nombre et le nombre de jours d'arrêt de travail dans les deux ans qui suivent l'épisode lombalgique initial. L'intérêt des exercices dans la lombalgie aiguë ou subaiguë n'a pas été démontré. Les différentes modalités d'exercices n'ont pas été suffisamment comparées entre elles pour établir une hiérarchie claire.

Programmes multidisciplinaires de réentraînement à l'effort

L'idée d'un syndrome de déconditionnement à l'effort chez les patients lombalgiques chroniques a été développée par Tom Mayer à partir de 1983 (Mayer et coll., 1987). Le syndrome de déconditionnement à l'effort survient après 4 à 6 mois d'inactivité physique. Il associe une perte de mobilité rachidienne, une réduction des performances musculaires et des répercussions psychosociales. Les programmes multidisciplinaires de RAE associent exercices spécifiques, activité physique non spécifique, éducation thérapeutique (ETP) et prise en charge psychosociale et visent à restaurer la situation physique, psychosociale et socioéconomique des patients lombalgiques chroniques, en les impliquant dans une démarche active de soins.

Les programmes de RAE durent entre 3 et 6 semaines, avec une période de suivi après le programme. Ces programmes multidisciplinaires s'adressent à de petits groupes de patients (entre 4 et 8). Ils comprennent une prise en charge physique et ergonomique intensive, un soutien psychosocial et parfois une action ergonomique et/ou sociale sur le lieu du travail. On distingue les programmes intensifs d'au moins 100 h des programmes semi-intensifs. La composante commune est le RAE (30 à 50 h par semaine). Les exercices comprennent des étirements, du renforcement musculaire et du travail aérobic. Les principales différences entre les programmes tiennent aux techniques de renforcement musculaire : isotonique (à charge constante) et isométrique (à longueur musculaire constante) pour certains, isocinétique (à vitesse constante) pour d'autres. L'originalité de la méthode est la progression par contrat : la douleur ne doit pas être considérée comme un facteur limitant et chaque série d'exercices doit être menée à son terme indépendamment de la douleur. Elle est traitée de manière symptomatique par des antalgiques classiques ou adaptés aux douleurs chroniques. Pour chaque exercice, l'intensité du travail et le nombre de répétitions sont déterminés en fonction des tests réalisés au début du programme et à la fin de chaque semaine, et augmentent progressivement. Une prise en charge en ergothérapie avec mise en situation « écologique » est systématique. La prise en charge psychologique peut se faire individuellement et/ou en groupe et des entretiens avec les travailleurs sociaux sont toujours proposés. Ces programmes peuvent être

réalisés en hospitalisation complète ce qui permet de « sortir » le patient de son milieu habituel ou en hospitalisation partielle, ce qui permet de le remettre en « situation professionnelle ». Les progrès obtenus au cours du RAE sont soulignés afin d'encourager les patients.

Les indications principales sont la lombalgie subaiguë et chronique, pour laquelle tout autre traitement médical ou chirurgical a échoué ou a été refusé. La durée minimale de la lombalgie ou de l'arrêt de travail qui conduit à la prescription d'un programme de RAE n'est pas définie. Ces programmes sont proposés en priorité aux patients en âge de travailler, lourdement handicapés, dont la situation physique et psychosociale conduit à un déconditionnement physique et à une désinsertion socioprofessionnelle. L'intérêt du RAE chez des personnes ne travaillant pas n'a pas été évalué. L'absence de contre-indication cardiorespiratoire à la réalisation du RAE est confirmée au préalable par une épreuve d'effort.

La revue de Chou et coll. a identifié 44 ERC qui se sont intéressés à l'efficacité et à la tolérance de ce type de programme dans la lombalgie chronique : 41 ERC (6 858 patients) inclus dans une méta-analyse *Cochrane* publiée en 2014 (Kamper et coll., 2014) et trois ERC supplémentaires. La prise en charge multidisciplinaire permettait d'obtenir une réduction de la douleur à court terme comparée aux soins usuels, à l'absence de prise en charge multidisciplinaire ou à la kinésithérapie (Kamper et coll., 2014). La prise en charge multidisciplinaire permettait aussi une amélioration de la fonction à court terme (tableau 15.II).

Tableau 15.II : Prise en charge multidisciplinaire comparée aux différents types de prise en charge (Kamper et coll., 2014)

Type de prise en charge	Efficacité		
	Douleur	Fonction	Retour au travail
Soins usuels	à court terme 9 ERC, DMS -0,55 ; IC 95 % [-0,83 à -0,28]	à court terme 9 ERC, DMS -0,41 ; IC 95 % [-0,62 à -0,19]	à long terme 7 ERC, OR 1,04 ; IC 95 % [0,73 à 1,47]
	à long terme 7 ERC, DMS -0,21 ; IC 95 % [-0,37 à -0,04]	à long terme 6 ERC, DMS -0,23 ; IC 95 % [-0,40 à -0,06]	
Absence de prise en charge multidisciplinaire	à court terme 3 ERC, DMS -0,73 ; IC 95 % [-1,22 à -0,24]	à court terme 3 ERC, DMS -0,49 ; IC 95 % [-0,76 à -0,22]	
Kinésithérapie	à court terme 12 ERC, DMS -0,30 ; IC 95 % [-0,54 à -0,06]	à court terme 13 ERC, DMS -0,39 ; IC 95 % [-0,68 à -0,10]	À long terme 8 ERC, OR 1,87 ; IC 95 % [1,39 à 2,53])
	à long terme 9 ERC, DMS -0,51 ; IC 95 % [-1,04 à -0,01]	à long terme 10 ERC, DMS -0,68 ; IC 95 % [-1,19 à -0,16]	

À long terme, la prise en charge multidisciplinaire permettait une réduction de la douleur et une amélioration de la fonction comparée aux soins usuels, et à la kinésithérapie ainsi qu'une plus grande probabilité de retour au travail comparée à un programme non multidisciplinaire (Kamper et coll., 2014). En revanche, il n'y avait pas de différence sur ce dernier paramètre par rapport aux soins usuels. Dans la lombalgie aiguë ou subaiguë, deux ERC rapportent des observations semblables (Eisenberg et coll., 2012 ; Gatchel et coll., 2003).

La capacité à reprendre et à maintenir le travail est le critère le plus pertinent sur le plan clinique pour évaluer l'efficacité de ce type de programme. Si la plupart des études rapportent un effet positif des programmes de RAE avec des taux de reprise du travail de 32 % à 73 % à 1 ou 2 ans, les résultats observés dépendent du système de protection sociale du pays dans lequel ils ont été développés. Une étude réalisée dans 6 pays différents (Danemark, Allemagne, Israël, Suède, Pays-Bas, États-Unis), chez des patients lombalgiques chroniques en arrêt de travail depuis au moins 90 jours, montre que la prise en charge thérapeutique, quelle qu'elle soit, n'est pas prédictive du statut professionnel et fonctionnel du patient à 2 ans. Il existe de grandes disparités entre les pays en ce qui concerne le traitement (6 % des patients sont opérés dans la 1^{re} année en Suède contre 32 % aux États-Unis) et le taux de reprise du travail à 1 an (32 % au Danemark à 73 % aux Pays-Bas) (Hansson et Hansson, 2000). En France, le taux de reprise du travail après un programme de RAE se situe entre 65 et 70 % (Jousset et coll., 2004). Trois facteurs sont particulièrement prédictifs d'un retour et d'un maintien du patient dans son travail : 1/ l'objectif de retour au travail, 2/ l'intention de retour au travail et 3/ l'attente quant au retour au travail. Ces 3 facteurs correspondent à ce que les auteurs anglo-saxons désignent sous le terme « d'attachement du patient à son travail et à son employeur avant l'accident de travail ». L'intention de ne pas retourner dans l'emploi qui précède un accident du travail est un facteur de risque négatif quant à l'efficacité des programmes de RAE. De même, les patients qui expriment un faible espoir de reprise du travail adhèrent moins aux programmes de RAE que ceux qui expriment un espoir réel. L'adjonction de procédures de « facilitation » de la reprise du travail comme le temps partiel ou l'aménagement des activités professionnelles pourrait améliorer ces résultats (Krause et coll., 1998 ; Lambek et coll., 2010 ; Schonstein et coll., 2003). Les employés à qui un programme de « facilitation » est proposé ont deux fois plus de chances de reprendre le travail que ceux à qui il n'est pas proposé, et leur nombre de jours d'arrêt de travail est divisé par plus de deux.

Tai Chi, yoga, Pilates et marche

Dans la revue systématique de Chou et coll., 2 ERC de qualité acceptable ont évalué l'efficacité du Tai Chi dans la lombalgie chronique (Chou et coll., 2017). Ils ont inclus respectivement 160 et 320 patients et ont montré que le Tai Chi permettait de réduire la douleur à la fin du programme, comparé à l'absence de traitement ou à l'absence de Tai Chi (différence moyenne (DM) sur 10 -1,3 ; IC 95 % [-1,9 à -0,7]) (Hall et coll., 2011). Le 1^{er} ERC montre également une amélioration de la fonction (DM selon le *Roland Morris Disability Questionnaire* [0-24] -2,6 ; IC 95 % [-3,7 à -1,1]) à la fin du programme (Hall et coll., 2011). Une autre revue systématique (Kong et coll., 2016) a inclus 2 ERC supplémentaires en langue chinoise évaluant l'efficacité du Tai Chi à 24 (Song et Gao, 2008) et 28 (Qing, 2012) semaines. Les résultats de ces études ont montré une réduction de la douleur dans le groupe Tai Chi à la fin du traitement (DMS -0,81 ; IC 95 % [-1,11 à -0,52]) (Kong et coll., 2016).

Dans la revue systématique de Chou et coll., 14 ERC ont évalué l'efficacité du yoga dans la lombalgie chronique (Chou et coll., 2017) : 10 ERC (1 056 patients) qui avaient été inclus dans une revue systématique publiée en 2013 (Cramer et coll., 2013) et 4 ERC supplémentaires. Comparée aux soins usuels, la pratique du yoga permettait de réduire la douleur à 24 semaines (variation moyenne [erreur standard de la moyenne] -18,9 [2,52] *versus* -4,4 [2,08] sur une échelle visuelle analogique de 100 points) et à 6 mois (-15,7 [3,25] *versus* -2,7 [2,25]) et d'améliorer la fonction à 24 semaines (-8,3 [1,82] *versus* -2,3 [1,09] sur le score *Oswestry Disability Index* sur 100) et à 6 mois (-7,0 [2,17] *versus* 0,4 [1,44]) (Williams et coll., 2009). Comparée aux exercices, la pratique du yoga était associée à une réduction de la douleur et à une amélioration de la fonction. Les effets observés étaient faibles et n'étaient pas toujours significatifs (Aboagye et coll., 2015 ; Nambi et coll., 2014 ; Sherman et coll., 2005 ; Sherman et coll., 2011 ; Tekur et coll., 2012). Comparée à l'ETP, la pratique du yoga était associée à une réduction de la douleur à court terme (5 ERC, DMS -0,45 ; IC 95 % [-0,63 à -0,26]), mais pas à long terme, et à une amélioration de la fonction à court terme (5 ERC, DMS -0,45 ; IC 95 % [-0,65 à -0,25]) et à long terme (4 ERC, DMS -0,39 ; IC 95 % [-0,66 à -0,11]) (Cramer et coll., 2013). Dans sa revue publiée en 2017, le groupe *Cochrane* a inclus 12 ERC (1 080 patients) et a trouvé des résultats proches de ceux de Chou et coll. (Wieland et coll., 2017). Comparée à l'absence d'exercices (9 ERC ; 810 patients), la pratique du yoga permettait une amélioration faible à modérée de la fonction entre 3 et 4 mois (DMS -0,40, IC 95 % [-0,66 à -0,14]) et à 6 mois (DMS -0,44, IC 95 % [-0,66 à 0,22]) et faible à 12 mois (DMS -0,26, IC 95 % [-0,46 à

-0,05]) ainsi qu'une amélioration de la douleur entre 3 et 4 mois et à 6 et 12 mois, sans que le seuil de variation considéré comme cliniquement significatif (15 mm sur une échelle de 0 à 100) soit atteint. Le risque d'exacerbation des lombalgies était plus élevé dans le groupe pratiquant le yoga (6 ERC, différence de risque 5 %, IC 95 % [2 % à 8 %]). Comparée à la pratique d'exercices (4 ERC ; 394 patients), la pratique du yoga ne permettait pas ou peu d'amélioration de la fonction à 3 mois (DMS -0,22, IC 95 % [-0,65 à 0,20]) et à 6 mois (DMS -0,20, IC 95 % [-0,59 à 0,19]), mais une réduction de la douleur à 7 mois (DM -20,40 sur 100, IC 95 % [-25,48 à -15,32]). Il n'y avait pas de différences concernant les effets indésirables (3 ERC, différence de risque 1 %, IC 95 % [-4 % à 6 %]). Enfin, lorsque la pratique du yoga était associée à la pratique d'exercices puis comparée à la pratique d'exercices seuls (1 ERC, 24 patients), elle ne permettait pas ou peu d'amélioration de la fonction à 10 semaines (DMS -0,60, IC 95 % [-1,42 à 0,22]) ou de la douleur (DM -3,20 sur 100, IC 95 % [-13,76 à 7,36]). Les auteurs ont conclu que la pratique du yoga comparée à l'absence d'exercices permettait une amélioration faible à modérée de la fonction à 3 et à 6 mois, avec un niveau de preuve faible à modéré (Wieland et coll., 2017).

Les données de la littérature concernant l'intérêt de la pratique du Pilates dans la lombalgie chronique ont été synthétisées dans une revue systématique du groupe *Cochrane* publiée en 2015 (10 ERC, 510 patients) (Yamato et coll., 2015). Comparée à une intervention minimale, la pratique du Pilates permettait une réduction de la douleur à court terme (< 3 mois) (7 ERC, DM -14,05 sur 100, IC 95 % [-18,91 à -9,19]) et à moyen terme (entre 3 et 12 mois) (2 ERC, DM -10,54 sur 100, IC 95 % [-18,46 à -2,62]), et d'améliorer la fonction à court terme (5 ERC, DM -7,95, IC 95 % [-13,23 à -2,67]) et à moyen terme (DM -11,17, IC 95 % [-18,41 à -3,92]). Les données des 4 ERC comparant la pratique du Pilates aux exercices n'ont pas pu être analysées dans une méta-analyse en raison de leur grande hétérogénéité. Seuls deux ERC ont évalué les effets indésirables : un ERC n'a pas trouvé d'effet indésirable et 1 ERC a rapporté seulement des effets indésirables mineurs (Yamato et coll., 2015).

Les données de la littérature concernant l'intérêt de la marche comme intervention thérapeutique ont été synthétisées en 2010 dans une revue systématique sans méta-analyse (Hendrick et coll., 2010). Seules 4 études ont été incluses : deux ERC (Mirovsky et coll., 2006 ; Torstensen et coll., 1998), une étude de cohorte (Joffe et coll., 2002) et une étude cas-témoins (Taylor et coll., 2003). Trois études ont suggéré que la pratique de la marche permettait une réduction de la douleur avec un niveau de preuve faible à modéré.

La description de la tolérance des interventions dans les ERC sur la lombalgie est sous-optimale. Quelle que soit l'APA évaluée, aucun effet indésirable grave n'a été rapporté. L'effet indésirable le plus fréquent a été l'aggravation des symptômes préexistants.

Recommandations des sociétés savantes

En février 2017, l'*American College of Physicians* a émis 3 recommandations concernant la prise en charge non pharmacologique de la lombalgie (Qaseem et coll., 2017) :

- Recommandation 1 (force de la recommandation : élevée) : comme la lombalgie aiguë ou subaiguë s'améliore au cours du temps quel que soit le traitement, les cliniciens et les patients doivent choisir un traitement non pharmacologique qui inclut thérapie superficielle (niveau de preuve modéré), massage, acupuncture ou manipulations vertébrales (niveau de preuve faible). Si un traitement pharmacologique est souhaité, les cliniciens et les patients doivent choisir entre les anti-inflammatoires non stéroïdiens ou les myorelaxants (niveau de preuve modéré) (Qaseem et coll., 2017) ;
- Recommandation 2 (force de la recommandation : élevée) : pour les patients présentant une lombalgie chronique, les cliniciens et les patients doivent choisir en 1^{re} intention un traitement non pharmacologique qui inclut exercices, programme multidisciplinaire, acupuncture, réduction du stress basé sur la pleine conscience (*mindfulness-based stress reduction*) (niveau de preuve modéré), Tai Chi, yoga, exercices de contrôle moteur, relaxation progressive, *biofeedback* par électromyographie, thérapie laser de faible intensité, thérapie opérante, thérapie cognitivo-comportementale ou manipulations vertébrales (niveau de preuve faible) (Qaseem et coll., 2017) ;
- Recommandation 3 (force de la recommandation : faible) : chez les patients présentant une lombalgie chronique et une réponse inappropriée au traitement non pharmacologique, les cliniciens et les patients doivent considérer le traitement pharmacologique avec des anti-inflammatoires non stéroïdiens en 1^{re} intention ou le tramadol ou la duloxétine. Les cliniciens doivent envisager un traitement par opioïdes seulement chez les patients pour qui les traitements précédents sont un échec et seulement si les bénéfices potentiels sont supérieurs aux risques encourus et après discussion des risques connus et des bénéfices réalistes avec le patient (niveau de preuve faible) (Qaseem et coll., 2017).

Même si ces recommandations destinées à la prise en charge des patients lombalgiques en soins primaires s'appuient sur les données les plus récentes de la littérature et de plus haut niveau de preuve disponible (Chou et coll.,

2017), on peut regretter qu'elles proposent un traitement à « taille unique », individualisé uniquement sur la durée d'évolution des symptômes et une approche thérapeutique graduelle plutôt que globale. Les recommandations de l'*American College of Physicians* ne tiennent pas suffisamment compte des dimensions biologique, psychologique et sociale de la lombalgie, des facteurs de mauvais pronostic fonctionnel, des facteurs de risque de désinsertion sociale et professionnelle ou encore des facteurs environnementaux et personnels qui peuvent affecter le fonctionnement des patients souffrant de lombalgie. Or, tous ces facteurs nécessitent une évaluation clinique et instrumentale très précise afin de personnaliser au mieux le traitement.

Cervicalgies communes

Les cervicalgies sont définies comme des douleurs situées entre la région occipitale et la ligne verticale passant par l'épineuse de T1. Elles peuvent irradier vers la tête, la région postérieure cervico-dorsale ou la région pectorale. Le terme de « cervicalgies communes » exclut les lésions secondaires à un traumatisme cervical ou à une cause infectieuse, tumorale ou inflammatoire. L'expression de ces douleurs peut être en lien avec une origine anatomique discale, articulaire postérieure, uncovertébrale ou musculoligamentaire. Parfois aucune lésion anatomique causale n'est identifiée. L'évolution des cervicalgies communes vers la chronicité est observée chez 22 % des femmes et 16 % des hommes (Jousse et coll., 2008).

Les données de la littérature sur l'efficacité et la tolérance des programmes structurés d'exercices dans les cervicalgies communes ont été synthétisées dans une revue systématique du groupe *Cochrane* publiée en 2015 (Gross et coll., 2015) (tableau 15.III). Au total, 27 ERC (3 005 patients) publiés jusqu'en mai 2014 ont été inclus. Les patients présentaient des cervicalgies aiguës (< 30 jours), subaiguës (entre 30 et 90 jours) ou chroniques (> 90 jours). Les cervicalgies pouvaient être en rapport avec un syndrome *Whiplash* (traumatisme cervical en coup de fouet), un syndrome myofascial, une arthrose cervicale, des céphalées cervicogéniques ou une névralgie cervico-brachiale. Les principaux critères d'évaluation ont été la douleur, la fonction, la qualité de vie et les effets indésirables à la fin du traitement (< 1 jour), à court terme (< 3 mois), à moyen terme (entre 3 mois et 1 an) et à long terme (> 1 an). Les exercices ont été classés en 10 catégories :

- renforcement musculaire de la région cervico-scapulothoracique et des membres supérieurs ;
- entraînement en endurance de la région cervico-scapulothoracique et des membres supérieurs ;

Tableau 15.III : Efficacité et tolérance de l'activité physique dans la cervicalgie commune : principaux résultats de la revue systématique la plus récente

Auteur, année Méthode	Pathologie	Effectifs	AP	Comparateurs	Critères de jugement	Tolérance
Gross et coll., 2015 Cochrane RS+MA des ERC	<p>Cervicalgies</p> <ul style="list-style-type: none"> - aiguës : < 3 mois - subaiguës : 3 mois à 1 an - chroniques : > 1 an <p>Causes ou syndromes</p> <ul style="list-style-type: none"> - syndrome <i>Whiplash</i> - syndrome myofascial - arthrose cervicale - céphalées cervicogéniques - névralgie cervico-brachiale 	27 ERC 3 005 patients	<ol style="list-style-type: none"> 1. RM de la région cervico-scapulothoracique et des MS 2. Entraînement en endurance de la région cervico-scapulothoracique et des MS 3. RM et étirements du cou, des épaules et de la région scapulothoracique 4. RM et exercices de stabilisation de la région cervico-scapulothoracique 5. Chi Gong 6. Exercices respiratoires 7. Entraînement physique global 8. Étirements seuls 9. Exercices avec <i>feedback</i> avec synchronisation de pattern 10. Recouplage oculo-cervical 	Placebo Absence de traitement Un des exercices inclus dans l'activité physique étudiée mais sans le reste de l'activité	<p>Douleur</p> <p>Fonction</p> <p>Qualité de vie</p> <p>Satisfaction du patient</p> <p>Perception globale du patient</p> <p>EIND</p> <p>À la fin du traitement</p> <p>À court terme : < 3 mois</p> <p>À moyen terme : 3 mois à 1 an</p> <p>À long terme > 1 an</p>	<p>EIND : autorésolutifs</p> <p>Céphalées</p> <p>Douleurs du cou, des épaules ou du thorax</p> <p>Aggravation des symptômes préexistants</p>

Efficacité (résultats des MA)

RM de la région cervico-scapulothoracique et des MS
 Douleur à la fin du traitement : DMS -0,71 ; IC 95 % [-1,33 à -0,10]
 RM et étirements du cou, des épaules et de la région scapulothoracique
 Douleur à la fin du traitement : DMS -0,33 ; IC 95 % [-0,55 à -0,10]
 Fonction à la fin du traitement et à court terme : DMS -0,45 ; IC 95 % [-0,72 à -0,18]
 RM et exercices de stabilisation de la région cervico-scapulothoracique
 Douleur et fonction à moyen terme : DMS -14,90 ; IC 95 % [-22,40 à -7,39]

AP : activité physique ; DMS : différence moyenne standardisée ; EIND : effets indésirables ; ERC : essai randomisé contrôlé ; IC : intervalle de confiance ; MA : méta-analyse ; MS : membres supérieurs ; RM : renforcement musculaire ; RS : revue systématique.

- renforcement musculaire et étirements du cou, des épaules et de la région scapulothoracique ;
- renforcement musculaire et exercices de stabilisation de la région cervico-scapulothoracique ;
- Chi Gong ;
- exercices respiratoires ;
- entraînement physique global ;
- étirements seuls ;
- exercices de *feedback* avec synchronisation de motif ;
- recouplage oculo-cervical.

Les patients des groupes témoins recevaient soit un placebo (ou *sham*) de l'intervention, soit aucun traitement avec une place sur liste d'attente (*wait-list*), soit un exercice inclus dans l'intervention, mais sans le reste de l'intervention (Gross et coll., 2015).

Pour les cervicalgies aiguës, il n'existait aucune preuve d'efficacité des exercices. Pour les cervicalgies chroniques, les auteurs ont conclu, avec un niveau de preuve modéré, à :

- l'efficacité modérée à importante du renforcement musculaire de la région cervico-scapulothoracique et des membres supérieurs sur la douleur à la fin du traitement (DMS -0,71 ; IC 95 % [-1,33 à -0,10]) et à court terme ;
- l'efficacité minimale de l'entraînement en endurance de la région cervico-scapulothoracique et des membres supérieurs sur la douleur à la fin du traitement et à court terme ;
- l'efficacité faible à importante du renforcement musculaire et étirements du cou, des épaules et de la région scapulothoracique sur la douleur à la fin du traitement (DMS -0,33 ; IC 95 % [-0,55 à -0,10]) et à long terme, et de son efficacité moyenne sur la fonction, à la fin du traitement et à court terme (DMS -0,45 ; IC 95 % [-0,72 à -0,18]) ;
- l'efficacité du renforcement musculaire et des exercices de stabilisation de la région cervico-scapulothoracique sur la douleur et la fonction à moyen terme (DMS -14,90 ; IC 95 % [-22,40 à -7,39]) ;
- l'efficacité minimale du Chi Gong sur la fonction à court terme (Gross et coll., 2015).

Pour les autres critères de jugement et les autres catégories d'intervention, les données étaient insuffisantes pour réaliser une méta-analyse. Les niveaux de preuve d'efficacité ont donc été considérés comme faibles pour les exercices respiratoires, l'entraînement physique global, les étirements seuls ou les

exercices avec *feedback* avec synchronisation de pattern et très faibles pour le recouplage oculo-cervical. Seules 12 des ERC inclus ont rapporté des effets indésirables. Dans 6 études, aucun effet indésirable n'a été observé. Dans les 6 autres études, les effets indésirables les plus fréquents étaient les céphalées, l'apparition de douleurs du cou, des épaules ou du thorax ou l'aggravation des symptômes préexistants. Ces effets indésirables étaient le plus souvent autorésolutifs (Gross et coll., 2015).

En résumé, la synthèse critique des données publiées sur les cervicalgies communes est difficile à cause de l'inhomogénéité des malades, les faibles effectifs inclus et la grande variété des interventions étudiées et de leurs comparateurs. Il n'existe pas de preuve d'efficacité des exercices dans les cervicalgies aiguës. Dans les cervicalgies chroniques, les exercices, en particulier le renforcement musculaire, le travail en endurance et les étirements de la région cervico-scapulothoracique et des membres supérieurs ont un effet bénéfique sur la douleur et la fonction à la fin du traitement et à court terme (< 3 mois) et sont bien tolérés.

Canal lombaire rétréci

Le canal lombaire rétréci (CLR) est la cause la plus fréquente de lomboradiculalgies chroniques et d'indication de chirurgie rachidienne chez les sujets âgés de plus de 65 ans. Aux États-Unis, 200 000 personnes ont un CLR symptomatique, ce qui représente 3 à 4 % des consultations de médecine générale (Lurie et Tomkins-Lane, 2016). D'un point de vue anatomique, le rétrécissement du canal lombaire peut survenir sur un canal constitutionnellement étroit et/ou dépendre d'un facteur compressif extra-canalair. Ce dernier peut se situer en avant du sac dural : protrusion ou hernie discale ; latéralement au sac dural : protrusion ou hernie discale foraminale, arthrose zygapophysaire ; ou en arrière du sac dural : hypertrophie des ligaments jaunes. Le CLR peut rester asymptomatique pendant plusieurs années. Lorsqu'il devient symptomatique, les signes cliniques les plus évocateurs sont des douleurs lombaires et/ou radiculaires des membres inférieurs, qui apparaissent et s'aggravent à la marche et sont classiquement soulagés par les positions en flexion lombaire et à l'arrêt de la marche. Ces symptômes correspondent au syndrome de claudication radiculaire et/ou lombaire neurogène (Tomkins-Lane et coll., 2016). La réduction progressive du périmètre de marche sans douleur a un retentissement fonctionnel majeur et provoque une dégradation de l'autonomie des patients et de leur qualité de vie. Il n'existe pas de critères consensuels de diagnostic ni de recommandations nationales ou internationales concernant le traitement du CLR (Lurie et Tomkins-Lane, 2016). Les

exercices spécifiques les plus fréquemment effectués par les patients ayant un CLR symptomatique sont les exercices de renforcement musculaire des muscles stabilisateurs du rachis lombaire (23 %) et les exercices d'assouplissement (18 %). Les exercices spécifiques les plus fréquemment proposés par les kinésithérapeutes sont les exercices d'assouplissement (87 %), de stabilisation (86 %), de renforcement musculaire (83 %) et de mobilisation articulaire (62 %) (Tomkins et coll., 2010).

Les données concernant l'efficacité et la tolérance des traitements conservateurs dans le CLR ont été synthétisées en 2013 dans une revue *Cochrane* (Ammendolia et coll., 2013). Au total, 21 ERC publiés jusqu'en juin 2012 (1 851 patients) ont été inclus dans la revue systématique : 12 ERC ont évalué des traitements médicamenteux (6 la calcitonine, 1 la méthylcabaline, 1 la prostaglandine, 1 la gabapentine et 3 les infiltrations épidurales), 5 ERC ont évalué des approches mixtes associant des mesures médicamenteuses et non médicamenteuses et 4 ERC ont évalué un programme de kinésithérapie comportant des exercices (Goren et coll., 2010 ; Koc et coll., 2009 ; Pua et coll., 2007 ; Whitman et coll., 2006). Le traitement conservateur était comparé à un placebo, à une absence de traitement ou à une chirurgie lombaire. Les patients étaient suivis entre 1 semaine et 6 ans. Les principaux critères étudiés étaient la capacité à marcher, la douleur, la fonction et la qualité de vie en fin de traitement (< 1 semaine après la fin du traitement), à court terme (entre 1 semaine et 3 mois), à moyen terme (entre 3 mois et 1 an) et à long terme (> 1 an) (Ammendolia et coll., 2013). Parmi les 4 études qui ont évalué un programme d'exercices, aucune n'a mis en évidence d'amélioration de la capacité à marcher. Les effectifs inclus étaient faibles (29 à 68 patients), les preuves considérées de niveau très faible à faible et la méta-analyse des données n'a pas pu être réalisée (Goren et coll., 2010 ; Koc et coll., 2009 ; Pua et coll., 2007 ; Whitman et coll., 2006). Comparés à l'absence de traitement, les exercices amélioraient la douleur radiculaire et la fonction à court terme (45 patients) (Goren et coll., 2010). Pour ces critères de jugement, la marche sur tapis n'avait pas un effet supérieur au vélo d'appartement (68 patients) (Pua et coll., 2007). Le programme d'exercices supervisé par un kinésithérapeute améliorait la douleur, la fonction et la qualité de vie comparé à un programme d'exercices à domicile associé à un traitement par diclofénac (29 patients) (Koc et coll., 2009). Enfin, l'association de thérapie manuelle, d'exercices et de marche permettait une amélioration globale à court terme, comparée à l'association d'ultrasons (*sham*), d'exercices et de marche (Whitman et coll., 2006). Seuls deux effets indésirables ont été rapportés dans le groupe exercices : une exacerbation des symptômes préexistants (Pua et coll., 2007) et une angine de poitrine (Koc et coll., 2009).

Dans une autre revue systématique visant à évaluer l'efficacité de la kinésithérapie dans le CLR, 10 études publiées jusqu'en janvier 2012, mais qui n'étaient pas uniquement des ERC, ont été incluses (Macedo et coll., 2013) (tableau 15.IV). L'addition d'autres modalités thérapeutiques à un programme d'exercices a été analysée à partir des résultats de deux études (Goren et coll., 2010 ; Koc et coll., 2009) et n'apportait pas de bénéfices sur la douleur (DMS sur 100 -12,7 ; IC 95 % [-26,4 à 1,0]), sur la fonction (DMS sur 100 -2,2 ; IC 95 % [-3,7 à 8,1]) ou sur les capacités de marche à court terme (DMS pour le temps de marche 48,0 secondes ; IC 95 % [-192,3 à 324,8] et DMS pour le temps de marche sans douleur -13,5 secondes ; IC 95 % [-144,5 à -117,5]) (Macedo et coll., 2013). À 2 ans, la chirurgie avait un effet supérieur à la kinésithérapie pour réduire la douleur (DMS sur 100 13,7 ; IC 95 % [0,5 à 26,8]) et améliorer la fonction (DMS sur 100 5,0 ; IC 95 % [0,9 à 9,2]), mais pas sur les capacités de marche (Macedo et coll., 2013).

Compte tenu des aspects anatomiques dynamiques qui peuvent modifier le diamètre du canal lombaire, les exercices en flexion lombaire sont habituellement recommandés (Atlas et Delitto, 2006). Le travail aérobie en flexion lombaire sur bicyclette ergométrique pourrait également réduire les symptômes douloureux liés à l'ischémie relative de la queue de cheval (Iversen et coll., 2003 ; Kitzman et coll., 2013). Dans deux études pilotes ouvertes, qui ont inclus respectivement 29 et 54 patients âgés présentant un syndrome douloureux lombaire, un programme d'entraînement en flexion lombaire sur bicyclettes ergométriques permettait de réduire la douleur et d'améliorer la qualité de vie à 3 mois (Iversen et coll., 2003) et retarder le recours à la chirurgie (Nord et coll., 2015), mais pas l'aptitude aérobie ou de marche à 4 mois (Nord et coll., 2015).

Alors que le CLR est une des causes les plus fréquentes de lombalgie chronique chez le sujet âgé, les études sur l'efficacité et la tolérance des exercices spécifiques (par exemple exercices en flexion lombaire) et de l'activité physique non spécifique dans cette indication sont peu nombreuses et les niveaux de preuve présentés sont très faibles à faibles.

Activité physique et arthrose périphérique

Le traitement de l'arthrose périphérique associe des mesures non pharmacologiques et pharmacologiques. L'APA, sous la forme de programmes structurés associant exercices spécifiques (par exemple exercices de gain de mobilité articulaire, de renforcement des muscles stabilisateurs de l'articulation,

Tableau 15.IV : Efficacité et tolérance de l'activité physique dans le canal lombaire rétréci : principaux résultats de la revue systématique la plus récente

Auteur, année Méthode	Pathologie	Effectifs	AP	Comparateurs	Critères de jugement	Tolérance
Macedo et coll., 2013 RS+MA des ERC, EC et cohortes	CLR	5 ERC 2 EC 1 cohorte 2 design mixte	Kinésithérapie	Comparateur sans kinésithérapie	Douleur Fonction Qualité de vie Marche À court terme : 2-3 semaines À long terme : 2 ans	Non analysée
Efficacité (résultats de la MA)						
Exercices seuls vs exercices + autres modalités à court terme						
Douleur : DMS (IC 95 %) -12,7 [-26,4 à 1,0]						
Fonction : DMS (IC 95 %) -2,2 [-3,7 à 8,1]						
Temps de marche : DMS (IC 95 %) 48,0 s [-192,3 à 324,8 s]						
Temps de marche sans douleur : DMS (IC 95 %) -13,5 s [-144,5 à -117,5 s]						
Exercices vs chirurgie à 2 ans						
Douleur : DMS (IC 95 %) 13,7 [0,5 à 26,8]						
Fonction : DMS (IC 95 %) 5,0 [0,9 à 9,2]						
Distance de marche : DMS (IC 95 %) -51,0 m [-1 336,9 à 1 234,9 m]						
AP : activité physique ; CLR : canal lombaire rétréci ; DMS : différence moyenne standardisée ; EC : essai contrôlé ; ERC : essai randomisé contrôlé ; IC : intervalle de confiance ; MA : méta-analyse ; RS : revue systématique.						

de proprioception) et activité physique non spécifique est systématiquement recommandée dans la prise en charge de l'arthrose périphérique en soins primaires (Fernandes et coll., 2013 ; Hochberg et coll., 2012 ; McAlindon et coll., 2014). Selon les recommandations 2014 de l'OARSI (*Osteoarthritis Research Society International*), l'APA constitue même la pierre angulaire du traitement de l'arthrose. Elle est recommandée chez tous les patients arthrosiques, quels que soient le stade ou la localisation de la maladie et les comorbidités associées (McAlindon et coll., 2014). Les traitements non pharmacologiques de l'arthrose incluent les exercices à sec et aquatiques, les exercices de renforcement musculaire, la perte de poids, le *self-management*, l'ETP, les interventions biomécaniques (McAlindon et coll., 2014) et la réalisation d'une activité physique régulière (Brosseau et coll., 2014 ; Hochberg et coll., 2012 ; McAlindon et coll., 2014 ; Vignon et coll., 2006). Le traitement a pour but d'améliorer la mobilité articulaire, la force musculaire, la souplesse, les performances aérobies et la proprioception (Rannou et Poiraudou, 2010). Il existe de nombreuses modalités d'exercices (Nelson et coll., 2014). L'intensité des exercices peut être élevée, modérée ou faible (Regnaux et coll., 2015). La quantité et la magnitude du travail réalisé (résistance, fréquence, durée et progression), les caractères supervisé ou non supervisé et communautaire ou hospitalier des exercices sont également des paramètres importants de la prescription thérapeutique (Regnaux et coll., 2015).

Arthrose du genou (gonarthrose)

L'APA, sous la forme de programmes structurés associant exercices spécifiques et activité physique non spécifique, est recommandée dans la prise en charge de la gonarthrose. Quel que soit le phénotype d'arthrose du genou, les exercices à sec et aquatiques et les exercices de renforcement musculaire sont considérés comme toujours appropriés, selon les recommandations 2014 de l'OARSI (McAlindon et coll., 2014). D'autres types d'exercices, tels que le travail aérobique et les exercices de proprioception, peuvent aussi avoir un intérêt (tableau 15.V).

Exercices à sec

Une revue *Cochrane* publiée en 2015 a analysé l'efficacité et la tolérance des exercices à sec dans la gonarthrose, en comparaison avec l'absence d'exercices (Fransen et coll., 2015). Au total, 54 ERC ont été inclus dans la revue systématique. Les exercices à sec permettaient une réduction de la douleur (44 ERC, 3 537 patients, DMS -0,49 ; IC 95 % [-0,39 à -0,59]), une

Tableau 15.V : Efficacité et tolérance de l'activité physique dans la gonarthrose : principaux résultats des revues systématiques les plus récentes

Auteur, année Méthode	Pathologie Effectifs	AP	Comparateurs	Critères de jugement	Efficacité	Tolérance
Fransen et coll., 2015 <i>Cochrane</i> RS+MA des ERC	Gonarthrose 54 ERC 3 537 patients dans la MA	Exercices à sec	Absence d'exercices à sec	Douleur Fonction Qualité de vie EIND Perdus de vue À la fin du traitement À moyen terme : 2 à 6 mois après le traitement À long terme > 6 mois	Douleur à la fin du traitement : DMS (IC 95 %) -0,49 [-0,39 à -0,59] Douleur à moyen terme : DMS (IC 95 %) -0,24 [-0,35 à -0,14] Fonction à la fin du traitement : DMS (IC 95 %) -0,52 [-0,39 à -0,64] Fonction à moyen terme : DMS (IC 95 %) -0,15 [-0,26 à -0,04] Qualité de vie à la fin du traitement : DMS (IC 95 %) 0,28 [0,15 à 0,40]	Nombre de sorties d'étude : OR (IC 95 %) 0,93 [-0,75 à 1,15] EIND – exacerbation des symptômes – lombalgies attribuées aux exercices
Regnaud et coll., 2015 <i>Cochrane</i> RS+MA des ERC	Gonarthrose Coxarthrose 6 ERC 620 patients	Exercices intenses	Exercices moins intenses	Douleur Fonction EIND Perdus de vue À la fin du traitement	Douleur : DM (IC 95 %) sur le score douleur à 20 pts de WOMAC -0,84 [-1,63 à -0,04] Fonction : DM (IC 95 %) sur le score fonction à 68 pts de WOMAC -2,65 [-5,29 à -0,01]	Nombre de sorties d'études : faible EIND : Peto OR (IC 95 %) 1,72 [0,51 à 5,81]. Aucun EIND grave attribuable au programme d'exercices intensif
Bartels et coll., 2016 <i>Cochrane</i> RS+MA des ERC	Gonarthrose Coxarthrose 13 ERC 1 190 patients	Exercices aquatiques	Absence d'exercices aquatiques Soins usuels ETP Attention sociale Appels téléphoniques Liste d'attente (<i>wait-list</i>) pour la chirurgie	Douleur Fonction Qualité de vie EIND Perdus de vue À court terme	Douleur : DMS (IC 95 %) -0,31 [-0,47 à -0,15] Fonction : DMS (IC 95 %) -0,32 [-0,47 à -0,17] Qualité de vie : DMS (IC 95 %) -0,25 [-0,49 à -0,01]	Aucun EIND grave rapporté

Tableau 15.V (suite) : Efficacité et tolérance de l'activité physique dans la gonarthrose : principaux résultats des revues systématiques les plus récentes

Auteur, année Méthode	Pathologie Effectifs	AP	Comparateurs	Critères de jugement	Efficacité	Tolérance
Wang et coll., 2012 RS+MA des ERC	Gonarthrose 9 ERC 1 982 patients	RM	Absence de RM	Douleur Fonction Qualité de vie Qualité de la marche M3 et M12	Douleur : DMS (IC 95 %) -0,68 [-1,23 à -0,14] Fonction : pas de différence Qualité de vie : pas de différence Qualité de la marche : DMS (IC 95 %) -0,39 [-0,59 à -0,20]	Non rapporté
Coudeyre et coll., 2016 RS+MA des ERC	Gonarthrose 9 ERC 696 patients	RM isocinétique	Absence de RM isocinétique Absence de traitement RM isométrique Exercices aérobies	Douleur Fonction À la fin du traitement et > 1 an	RM isocinétique vs absence de traitement ou RM isométrique Douleur : DMS (IC 95 %) 1,218 [0,899 à 1,54] Fonction : DMS (IC 95 %) sur l'indice algo-fonctionnel de Lequesne 1,61 [0,40 à 2,81] Fonction : DMS (IC 95 %) sur le score fonction du WOMAC 0,58 [0,04 à 1,11] RM isocinétique vs exercices aérobies Douleur : pas de différence Fonction : pas de différence	Non rapporté

Tableau 15.V (suite) : Efficacité et tolérance de l'activité physique dans la gonarthrose : principaux résultats des revues systématiques les plus récentes

Auteur, année Méthode	Pathologie Effectifs	AP	Comparateurs	Critères de jugement	Efficacité	Tolérance
Wang et coll., 2012 RS+MA des ERC	Gonarthrose 11 ERC 1 553 patients	Exercices aérobies	Absence d'exercices aérobies	Douleur Fonction Qualité de vie Handicap psychologique État de santé perçu Vitesse de marche	Douleur > S26 semaines : DMS (IC 95 %) -0,21 [-0,35 à -0,08] Fonction < M3 : DM (IC 95 %) sur le score fonction du WOMAC -15,4 [-24,8 à -5,92] Fonction M12 : pas de différence Qualité de vie : DMS (IC 95 %) -0,21 [-0,37 à -0,04] Handicap psychologique : pas de différence État de santé perçu : pas de différence Vitesse de marche < M3 : DM (IC 95 %) -0,11 m/s [-0,15 à -0,08 m/s] Vitesse de marche M12 : DM (IC 95 %) -0,11 m/s [0,17 à -0,05 m/s]	Non rapporté
Wang et coll., 2012 RS+MA des ERC	Gonarthrose 4 ERC 247 patients	Exercices de proprioception	Absence d'exercices de proprioception	Douleur Fonction Marche	Douleur : DMS (IC 95 %) 0,71 [-1,31 à -0,11] Fonction : pas de différence Marche : pas de différence	Non rapporté
Wang et coll., 2012 RS+MA des ERC	Gonarthrose 3 ERC 167 patients	Tai Chi	Absence de Tai Chi	Fonction Douleur Handicap	Fonction à M3 : DMS (IC 95 %) -0,44 [-0,88 à 0,00] Douleur : pas de différence Handicap : pas de différence	Non rapporté

Tableau 15.V (fin) : Efficacité et tolérance de l'activité physique dans la gonarthrose : principaux résultats des revues systématiques les plus récentes

Auteur, année Méthode	Pathologie Effectifs	AP	Comparateurs	Critères de jugement	Efficacité	Tolérance
Fernandopulle et coll., 2017 RS+MA des ERC	Gonarthrose Coxarthrose 27 ERC	AP à sec, hors pro- grammes d'exercices arts martiaux : 6 ERC Marche : 9 ERC Exercices de conditionne- ment : 12 ERC	Absence d'AP à sec Absence d'intervention Intervention minimale Soins usuels	Douleur Fonction Performances physiques TM6 Temps de montée des escaliers EIND	Arts martiaux Fonction à M3 : DM sur le score fonction du WOMAC (IC 95 %) -9,56 [-13,95 à -5,17] Marche Douleur : pas de différence Performances physiques : pas de différence Fonction à M6 : DM sur le score fonction du WOMAC (IC 95 %) -10,38 [-12,27 à -8,48] Exercices de conditionnement Fonction à M6 : DM sur le score fonction du WOMAC (IC 95 %) -3,74 [-5,70 à -1,78] TM6 à M6 : DM (IC 95 %) 42,72 m [27,78 à 57,66 m] Escaliers à M18 : DM (IC 95 %) -0,49 s [-0,75 à -0,23]	10 cas de douleurs musculo-squelettiques ou d'exacerbation des symptômes préexistants 6 chutes dont 3 traumatiques 21 EIND graves et 2 décès, aucun n'a été attribué à l'intervention

AP : activité physique ; DM : différence moyenne ; DMS : différence moyenne standardisée ; EIND : effets indésirables ; ERC : essai randomisé contrôlé ; ETP : éducation thérapeutique ; IC : intervalle de confiance ; M : mois ; MA : méta-analyse ; N-Z : Nouvelle-Zélande ; OR : *odds-ratio* ; RM : renforcement musculaire ; RS : revue systématique ; S : semaine ; TM6 : Test de marche de 6 minutes ; WOMAC : *Western Ontario and McMaster Universities Arthritis Index*.

amélioration de la fonction (44 ERC, 3 537 patients, DMS -0,52 ; IC 95 % [-0,39 à -0,64]) et de la qualité de vie (13 ERC, 1 073 participants, DMS 0,28 ; IC 95 % [0,15 à 0,40]) à la fin du traitement. La réduction de la douleur se maintenait entre 2 et 6 mois après la fin du traitement (12 ERC, 1 468 patients, DMS -0,24 ; IC 95 % [-0,35 à -0,14]), de même que l'amélioration de la fonction (10 ERC, 1 279 patients, DMS -0,15 ; IC 95 % [-0,26 à -0,04]). Le risque de sortie d'étude n'était pas différent entre les 2 groupes (45 ERC, 4 607 patients, OR 0,93 ; IC 95 % [0,75 à 1,15]). Huit ERC ont rapporté des effets indésirables, les plus fréquents étaient une exacerbation des symptômes préexistants ou des lombalgies attribuées aux exercices. Aucun effet indésirable grave n'a été rapporté. Les programmes individuels étaient plus efficaces que les programmes de groupe ou à domicile (Fransen et coll., 2015).

Une autre revue *Cochrane* publiée en 2015 a comparé l'efficacité et la tolérance de programmes structurés d'exercices en fonction de leur intensité relative (Regnaux et coll., 2015). Au total, 6 ERC ont été inclus dans la revue systématique (620 patients). Les programmes plus intensifs permettaient une réduction de la douleur (DM sur le score douleur à 20 points du *Western Ontario and McMaster Universities Arthritis Index* [WOMAC] -0,84 ; IC 95 % [-1,63 à -0,04]) et une amélioration de la fonction physique (DM sur le score fonction à 68 points du WOMAC -2,65 ; IC 95 % [-5,29 à -0,01]) à la fin du traitement. Toutefois, la pertinence clinique des effets observés était discutable, la qualité des études faible et les effets observés ne se maintenaient pas à long terme. Le nombre de perdus de vue a été faible et aucune différence d'effets indésirables n'a été rapportée entre les 2 groupes (Peto OR 1,72 ; IC 95 % [0,51 à 5,81]) ni d'effet indésirable grave attribuable au programme d'exercices d'intensité élevée (Regnaux et coll., 2015).

Exercices aquatiques

L'efficacité et la tolérance des exercices aquatiques dans la gonarthrose (et la coxarthrose) ont été analysées dans une revue *Cochrane* publiée en 2016 (Bartels et coll., 2016). Au total, 13 ERC (1 190 patients) ont été inclus dans la revue systématique. Les exercices aquatiques ont été comparés à des soins usuels, de l'ETP, de l'attention sociale (*social attention*), des contacts téléphoniques ou une liste d'attente (*wait-list*) pour la chirurgie, en l'absence d'exercices aquatiques. La durée moyenne des programmes d'exercices aquatiques était de 12 semaines. Ces programmes avaient un effet bénéfique, à court terme, sur la douleur (12 ERC, 1 076 patients, DMS -0,31 ; IC 95 % [-0,47 à -0,15]), la fonction (12 ERC, 1 076 participants, DMS -0,32 ; IC 95 % [-0,47 à -0,17]) et la qualité de vie (10 ERC, 971 patients, DMS -0,25 ;

IC 95 % [-0,49 à -0,01]). Ces effets n'ont pas été évalués à moyen ou long termes. Aucun effet indésirable grave n'a été rapporté (Bartels et coll., 2016).

Exercices de renforcement musculaire

L'efficacité des exercices de renforcement musculaire dans la gonarthrose a été analysée dans la revue systématique de Wang et coll. (Wang et coll., 2012). Au total, 9 ERC ont été inclus dans la revue systématique (1 982 patients). Les exercices de renforcement musculaire permettaient une réduction de la douleur (DMS -0,68 ; IC 95 % [-1,23 à -0,14]) et une amélioration de la qualité de la marche (DMS -0,39 ; IC 95 % [-0,59 à -0,20]) à 3 et 12 mois, mais pas de la fonction ou de la qualité de vie (Wang et coll., 2012).

De manière plus spécifique, l'efficacité des exercices de renforcement musculaire isocinétique dans la gonarthrose a été analysée dans une revue systématique publiée en 2016 (Coudeyre et coll., 2016). Au total, 9 ERC (696 patients) ont été inclus dans cette revue. Les exercices de renforcement musculaire ont été comparés à une absence de traitement, des exercices de renforcement musculaire isométrique ou des exercices aérobies. Comparé à l'absence de traitement ou aux exercices de renforcement musculaire isométrique, les exercices de renforcement musculaire isocinétique avaient un effet bénéfique sur la douleur (DMS 1,218 ; IC 95 % [0,899 à 1,54]) et contribuaient à l'amélioration de la fonction (DMS sur l'indice de Lequesne 1,61 ; IC 95 % [0,40 à 2,81] et DMS sur le score fonction du WOMAC 0,58 ; IC 95 % [0,04 à 1,11]) à la fin du traitement et après 1 an. Aucune différence n'était observée par rapport aux exercices aérobies (Coudeyre et coll., 2016).

Enfin, dans une revue systématique publiée en mars 2017 qui inclut 45 ERC (4 699 patients), 56 comparaisons ont été réalisées, impliquant 22 interventions différentes de renforcement musculaire (Bartholdy et coll., 2017). Elle comparait l'efficacité dans la gonarthrose des exercices de renforcement musculaire (répondant à la définition de l'*American College of Sports Medicine*) à d'autres types d'exercices. Les exercices de renforcement musculaire augmentaient la force musculaire des extenseurs du genou (DMS 0,448 ; IC 95 % [0,091 à 0,805]), mais n'amélioraient pas la douleur ni la fonction. La méta-régression a indiqué qu'une augmentation de 30 à 40 % de la force musculaire des extenseurs du genou était nécessaire pour obtenir des effets bénéfiques sur la douleur et la fonction (Bartholdy et coll., 2017).

Exercices aérobies

L'efficacité des exercices aérobies dans la gonarthrose a été analysée dans la revue systématique de Wang et coll. Au total, 11 ERC ont été inclus dans

la revue systématique (1 553 patients). Les exercices aérobies diminuaient la douleur à long terme (> 26 semaines) (DMS -0,21 ; IC 95 % [-0,35 à -0,08]) et amélioraient la qualité de vie (DMS -0,21 ; IC 95 % [-0,37 à -0,04]), mais pas le handicap psychologique ni l'état de santé perçu. Au cours des 3 premiers mois, les exercices aérobies amélioraient la fonction (DM sur le score fonction du WOMAC -15,4 ; IC 95 % [-24,8 à -5,92]) et la vitesse de marche (DM sur la vitesse de marche -0,11 m/s ; IC 95 % [-0,15 à -0,08 m/s]). À 12 mois, les effets des exercices aérobies se maintenaient pour la vitesse de marche (DM sur la vitesse de marche -0,11 m/s ; IC 95 % [-0,17 à -0,05 m/s]) mais pas pour la fonction (Wang et coll., 2012).

Dans une revue systématique publiée en 2015, O'Connor et coll. ont évalué les effets de la marche en tant qu'intervention thérapeutique dans différentes pathologies ostéo-articulaires (gonarthrose, lombalgie chronique et fibromyalgie). Au total, 17 ERC ont été inclus dans la revue systématique dont 12 ERC sur la gonarthrose. La méta-analyse a inclus les 17 ERC, sans analyse en sous-groupe en fonction de la pathologie, et montre que, par rapport à des groupes contrôles ne pratiquant pas de marche ou pas d'exercices, la marche réduisait la douleur à court (DM -5,31 ; IC 95 % [-8,06 à -2,56]) et à moyen termes (DM -7,92 ; IC 95 % [-12,37 à -3,48]), mais pas à long terme, et améliorait la fonction à court (DM -6,47 ; IC 95 % [-12,00 à -0,95]), moyen (DM -9,31 ; IC 95 % [-14,00 à -4,61]) et long termes (DM -5,22 ; IC 95 % [-7,21 à -3,23]) (O'Connor et coll., 2015).

Exercices de proprioception

L'efficacité des exercices de proprioception dans la gonarthrose a été analysée dans la revue systématique de Wang et coll. Au total, 4 ERC ont été inclus dans la revue systématique (247 patients). Les exercices de proprioception permettaient une amélioration de la douleur (DMS -0,71 ; IC 95 % [-1,31 à -0,11]), mais ni de la fonction, ni de la marche (Wang et coll., 2012).

Activité physique non spécifique à sec (Tai Chi, marche, exercice de conditionnement)

L'efficacité du Tai Chi dans la gonarthrose a été analysée dans la revue systématique de Wang et coll. Au total, 3 ERC ont été inclus dans la revue systématique (167 participants). Le Tai Chi permettait une amélioration de la fonction (DMS -0,44 ; IC 95 % [-0,88 à 0,00]) à 3 mois, mais pas de réduction de la douleur ou du handicap. La pertinence clinique des effets observés était discutable (Wang et coll., 2012).

Une revue systématique a évalué l'efficacité et la tolérance des activités non spécifiques à sec, en dehors des programmes structurés, sur la douleur, la fonction et les performances physiques (test de marche des 6 minutes (TM6), test du temps de montée des escaliers) dans la gonarthrose (et la coxarthrose). Dans cette revue systématique, 27 ERC publiés jusqu'en avril 2016 ont été inclus (Fernandopulle et coll., 2017). L'activité non spécifique à sec a été comparée à l'absence d'intervention, une intervention minimale ou les soins usuels. L'activité physique non spécifique a été classée en 3 catégories : activités physiques récréatives sous la forme d'arts martiaux comme le Tai Chi/Baduaïjin (6 ERC), marche (9 ERC) et exercices de conditionnement associant travail aérobie, renforcement musculaire et assouplissements (12 ERC). Les programmes structurés d'exercices à sec et aquatiques n'ont pas été inclus dans la revue systématique. Les arts martiaux permettaient une amélioration de la fonction à 3 mois (3 ERC, DM sur le score fonction du WOMAC -9,56 ; IC 95 % [-13,95 à -5,17]). La marche ne permettait pas de réduction de la douleur ni des performances physiques, mais une amélioration de la fonction à 6 mois (2 ERC, DM sur le score fonction du WOMAC -10,38 ; IC 95 % [-12,27 à -8,48]). Les exercices de conditionnement permettaient une amélioration de la fonction à 6 mois (3 ERC, DM sur le score fonction du WOMAC -3,74 ; IC 95 % [-5,70 à -1,78]) et des performances physiques (3 ERC, test de marche des 6 minutes, DM 42,72 m ; IC 95 % [27,78 à 57,66 m] à 6 mois et 2 ERC, test du temps de montée des escaliers, DM -0,49 s ; IC 95 % [-0,75 à -0,23] à 18 mois). Les effets indésirables les plus fréquents étaient la survenue de douleurs musculo-squelettiques ou l'exacerbation des symptômes préexistants (10 cas rapportés) et les chutes (6 cas rapportés dont 3 traumatiques). Au total, 21 effets indésirables graves et 2 décès ont été rapportés au cours des ERC, mais aucun n'a été attribué à l'intervention (Fernandopulle et coll., 2017). Les auteurs ont conclu à un niveau de preuve faible de l'efficacité de l'activité physique non spécifique à sec, sur la fonction et les performances physiques à court et moyen termes, dans l'arthrose des membres inférieurs. Il n'a pas été montré d'effet clair sur la douleur.

En résumé, les données de la littérature sur l'intérêt de l'APA dans l'arthrose des membres inférieurs montrent de manière constante une efficacité des exercices sur la douleur et la fonction à court et moyen termes et l'absence d'effets indésirables graves. Dans une revue systématique comportant une analyse séquentielle des ERC et une méta-analyse en réseau, Uthman et coll. ont évalué si le niveau de preuve était suffisant pour affirmer de manière définitive que les exercices étaient plus efficaces que l'absence d'exercices dans l'arthrose des membres inférieurs et ont comparé l'efficacité des différents régimes d'exercices sur la douleur et la fonction (Uthman et coll.,

2013). Au total, 60 ERC (8 212 patients) ont été inclus dans la revue systématique (44 ERC sur la gonarthrose, 2 ERC sur la coxarthrose et 14 ERC mixtes), qui permettait d'évaluer 12 interventions. L'analyse séquentielle montre que dès 2002, les données de la littérature étaient suffisantes pour affirmer les bénéfices des exercices par rapport à l'absence d'exercices dans l'arthrose des membres inférieurs. Pour la réduction de la douleur, quel que soit le régime d'exercices, ces derniers étaient plus efficaces que l'absence d'exercices. La taille de l'effet la plus importante était observée pour les exercices aquatiques de renforcement musculaire et d'étirement (DMS -1,17 après ajustement ; IC 95 % [-2,38 à 0,04]). Une intervention mixte associant renforcement musculaire, étirements et exercices aérobies était également plus efficace que l'absence d'exercices, pour l'amélioration de la fonction (DMS -0,57 après ajustement ; IC 95 % [-1,17 à 0,03]) (Uthman et coll., 2013).

Arthrose de hanche (coxarthrose)

L'APA sous la forme de programmes structurés associant exercices spécifiques et activité physique non spécifique est recommandée dans la prise en charge de la coxarthrose. Les données de la littérature sont plus rares que pour la gonarthrose. Comparés à l'ETP seule, les exercices associés à l'ETP permettent de réduire de 44 % le recours à une prothèse totale de hanche à 6 ans (Svege et coll., 2015). Les exercices permettent de réduire le coût médical direct par patient, avec un risque minimal d'effets indésirables, en comparaison de l'absence d'exercices (Tan et coll., 2015). Dans la revue systématique de Hernandez-Molina et coll. publiée en 2008, 9 ERC (1 234 patients) ont été analysés, dont 7 ont inclus des patients ayant une gonarthrose ou une coxarthrose. La douleur a été évaluée pour le groupe réalisant les exercices, et comparée à celui sans exercice. La taille de l'effet des exercices sur la douleur a été estimée à -0,46 (IC 95 % [-0,64 à -0,28]), avec des évaluations réalisées entre 6 et 26 semaines (médiane de 8 semaines) et des programmes d'exercices dont la durée allait de 6 à 52 semaines (Hernandez-Molina et coll., 2008).

De manière plus spécifique, l'efficacité et la tolérance des exercices à sec dans la coxarthrose ont été étudiées dans une revue *Cochrane* publiée en 2014 (Fransen et coll., 2014) (tableau 15.VI). Des groupes de patients pratiquant des exercices à sec ont été comparés à des groupes ne pratiquant pas d'exercices. Au total, 10 ERC ont été inclus et la méta-analyse a été réalisée sur 9 ERC (549 patients), dont 5 ont inclus exclusivement des patients ayant une coxarthrose (419 patients). Les exercices à sec réduisaient la douleur

Tableau 15.VI : Efficacité et tolérance de l'activité physique dans la coxarthrose : principaux résultats de la revue systématique la plus récente

Auteur, année Méthode	Pathologie	Effectifs	APA	Comparateurs	Critères de jugement	Tolérance
Fransen et coll., 2014 <i>Cochrane</i> RS+MA des ERC	Coxarthrose seule : 5 ERC Coxarthrose et gonarthrose : 5 ERC	10 ERC 549 patients dans la MA	Exercices à sec Exercices de RM Exercices aérobies Mobilité articulaire	Placebo Absence de traitement Intervention sans exercices	Douleur Fonction Qualité de vie EIND À la fin du traitement À plus long terme (3-6 mois)	↗ symptômes préexistants
Efficacité						
Douleur à la fin du traitement : DMS (IC 95 %) -0,38 [-0,55 à -0,20] à plus long terme : DMS (IC 95 %) -0,38 [-0,58 à -0,18]						
Fonction à la fin du traitement : DMS (IC 95 %) -0,38 [-0,54 à -0,05] à plus long terme : DMS (IC 95 %) -0,37 [-0,57 à -0,16]						
Qualité de vie à la fin du traitement : DMS (IC 95 %) -0,07 [-0,23 à 0,36]						
APA : activité physique adaptée ; DMS : différence moyenne standardisée ; EIND : effets indésirables ; ERC : essai randomisé contrôlé ; IC : intervalle de confiance ; MA : méta-analyse ; RM : renforcement musculaire ; RS : revue systématique.						

(DMS -0,38 ; IC 95 % [-0,55 à -0,20]) et amélioreraient la fonction (DMS -0,38 ; IC 95 % [-0,54 à -0,05]) à la fin du traitement. La réduction de la douleur se maintenait de 3 à 6 mois après l'arrêt du programme d'exercices (5 ERC, DMS -0,38, IC 95 % [-0,58 à -0,18]), de même que l'amélioration de la fonction (5 ERC, DMS -0,37 ; IC 95 % [-0,57 à -0,16]). Il n'y avait pas de bénéfices démontrés sur la qualité de vie (3 ERC, DMS -0,07 ; IC 95 % [-0,23 à 0,36]) à la fin du traitement. Le risque de sortie d'étude n'était pas différent entre les 2 groupes (7 ERC, différence de risque 1 % ; IC 95 % [-1 % à 4 %]). Seules 5 études sur 10 ont rapporté des effets indésirables, avec 1 à 2 cas d'exacerbation des symptômes préexistants dans le groupe exercices (Fransen et coll., 2014).

En résumé, les données de la littérature sont en faveur d'un effet bénéfique, faible à modéré de l'APA sur la douleur et la fonction dans la coxarthrose, à la fin du traitement et à moyen terme.

Arthrose des mains

Pour l'arthrose des mains, l'OARSI recommande des exercices de gain de mobilité articulaire et de renforcement musculaire (Zhang et coll., 2007).

Dans une revue systématique publiée en 2015 (Kjeken et coll., 2015), Kjeken et coll. ont rapporté 3 ERC évaluant la combinaison d'exercices et d'autres modalités thérapeutiques (Boustedt et coll., 2009 ; Stamm et coll., 2002 ; Wajon et Ada, 2005) et 3 ERC évaluant les exercices seuls (Garfinkel et coll., 1994 ; Lefler et Armstrong, 2004 ; Rogers et Wilder, 2009). Les auteurs ont conclu à un faible niveau de preuve de l'efficacité des exercices spécifiques de la main sur la douleur et le gain de mobilité articulaire (Kjeken et coll., 2015).

L'efficacité et la tolérance des exercices dans l'arthrose des mains ont été étudiées dans une revue *Cochrane* publiée en janvier 2017 (Østerås et coll., 2017) et comparées à l'absence d'intervention, un placebo ou une autre intervention (tableau 15.VII). Au total, 7 ERC publiés jusqu'en septembre 2015 ont été inclus dans la revue systématique. La douleur, la fonction et la mobilité des doigts ont été les principaux critères étudiés. Les exercices permettaient de réduire la douleur (5 ERC, 381 patients, DMS -0,27 ; IC 95 % [-0,47 à -0,07]), d'améliorer la fonction (4 ERC, 369 patients, DMS -0,28 ; IC 95 % [-0,58 à 0,02]) et un gain de mobilité des doigts (4 ERC, 369 patients, DMS -0,36 ; IC 95 % [-0,58 à -0,15]) à la fin du traitement. En revanche, le niveau de preuve était considéré comme faible en raison de nombreux biais dans les études incluses. Les exercices étaient très hétérogènes

Tableau 15.VII : Efficacité et tolérance de l'activité physique dans l'arthrose des mains : principaux résultats de la revue systématique la plus récente

Auteur, année Méthode	Pathologie	Effectifs	AP	Comparateurs	Critères de jugement	Tolérance
Østerå et coll., 2017 <i>Cochrane</i> RS+MA des ERC	Arthrose des mains	7 ERC 381 patients dans la MA	Exercices à sec Exercices de RM Mobilité articulaire Stabilisation articulaire Combinaison d'exercices	Placebo Absence de traitement Intervention sans exercices Soins usuels	Douleur Fonction Mobilité des doigts EIND Perdus de vue À la fin du traitement	Pas d'EIND grave Inflammation des articulations Douleur des mains EIND : RR (IC 95 %) 4,55 [0,53 à 39,31] Perdus de vue : RR (IC 95 %) 2,88 [0,30 à 27,18]

Efficacité (résultats de la MA)

Douleur

à la fin du traitement : DMS (IC 95 %) -0,27 [-0,47 à -0,07]

Fonction

à la fin du traitement : DMS (IC 95 %) -0,28 [-0,58 à 0,02]

Mobilité des doigts

à la fin du traitement : DMS (IC 95 %) -0,36 [-0,58 à -0,15]

AP : activité physique ; DMS : différence moyenne standardisée ; EIND : effets indésirables ; ERC : essai randomisé contrôlé ; IC : intervalle de confiance ; MA : méta-analyse ; RM : renforcement musculaire ; RS : revue systématique ; RR : risque relatif.

en termes de dose, contenu et nombre de sessions supervisées. Seuls 3 ERC ont rapporté des effets indésirables et des perdus de vue attribuables au traitement. Aucun effet indésirable grave n'a été rapporté. Le risque d'effets indésirables, essentiellement de rares inflammations des articulations et des douleurs des mains, semblait plus grand dans le groupe exercices (3 ERC, risque ratio (RR) 4,55 ; IC 95 % [0,53 à 39,31]), de même que le nombre de perdus de vue (RR 2,88 ; IC 95 % [0,30 à 27,18]), mais cet effet n'était pas significatif. Les bénéfices sur la douleur, la fonction et la mobilité articulaire ne se maintenaient pas à moyen et long termes. L'adhésion au programme d'exercices était de 78 % à 94 % de la fréquence recommandée de sessions d'exercices.

En résumé, les exercices pourraient avoir un effet bénéfique sur la douleur, la fonction et la raideur articulaire à court terme dans l'arthrose des mains. Toutefois, le niveau de preuve est faible et la pertinence clinique des effets observés est discutable. Le bénéfice des exercices dans l'arthrose des mains par rapport à l'absence d'exercices reste à démontrer.

Activité physique et rhumatismes inflammatoires chroniques et connectivites¹¹²

Le pronostic fonctionnel des rhumatismes inflammatoires chroniques (RIC) et des connectivites s'est considérablement amélioré au cours des 20 dernières années, grâce au développement d'interventions pharmacologiques ciblées plus efficaces. Toutefois, les RIC et les connectivites restent pourvoyeuses de handicap musculo-squelettique. L'APA, sous la forme de programmes structurés associant exercices spécifiques, activité physique non spécifique et ETP, occupe une place essentielle dans la prise en charge des RIC et des connectivites et est recommandée quels que soient le stade, la sévérité ou l'activité de la maladie. Elle vise à réduire les déficiences, les limitations d'activités et les restrictions de participation des patients. L'activité physique a également des effets biologiques pléiotropes, notamment sur le muscle strié squelettique, et peut avoir des effets anti-inflammatoires, médiés par exemple par la production de myokines (Benatti et Pedersen, 2015).

Polyarthrite rhumatoïde

L'APA, sous la forme de programmes structurés associant exercices spécifiques (par exemple pour la main), activité physique non spécifique et ETP, est recommandée dans la prise en charge de la polyarthrite rhumatoïde (PR) dès les stades précoces de la maladie (Combe et coll., 2007 ; Gaujoux-Viala et coll., 2014 ; Gossec et coll., 2006). Les données de la littérature sont de bonne qualité et ont été synthétisées dans 7 revues systématiques (Baillet et coll., 2010 et 2012 ; Cramp et coll., 2013 ; Hammond et Prior, 2016 ; Han et coll., 2004 ; Hurkmans et coll., 2009 ; Verhagen et coll., 2015) (tableau 15.VIII).

Le handicap localisé à la main participe pour beaucoup au handicap global. Le niveau de preuve de l'efficacité des programmes d'exercices ciblant cette atteinte localisée est élevé, avec une amélioration constante de la fonction de la main, dans tous les ERC de bonne qualité (Hammond et Prior, 2016). Les interventions moins spécifiques telles que le renforcement musculaire global ou le travail aérobie à sec ou en balnéothérapie montrent des effets plus inconstants, dont l'amplitude est faible à modérée sur la douleur, la force musculaire, la fonction globale et la qualité de vie (Baillet et coll., 2012 ; Baillet et coll., 2010 ; Cramp et coll., 2013 ; Hurkmans et coll., 2009). Il n'existe pas de preuve d'efficacité du Tai Chi (Han et coll., 2004). Il n'a pas été rapporté d'effets indésirables significatifs, notamment d'évolution structurale plus rapide ou de recrudescence des douleurs ou des signes d'activité de la maladie chez les patients faisant de l'activité physique.

Une prise en charge plus précoce en APA, dès le diagnostic de la maladie, pourrait permettre de réduire et/ou de prévenir plus efficacement les déficiences et les limitations d'activités spécifiques et non spécifiques de la maladie. Des travaux évaluant l'intérêt des stratégies de personnalisation des programmes structurés d'APA et d'amélioration de l'adhésion sont nécessaires.

Spondylarthrite ankylosante

L'APA sous la forme de programmes structurés associant exercices spécifiques (par exemple assouplissement des plans sus et sous-pelviens, renforcement musculaire des extenseurs du rachis), activité physique non spécifique et ETP est recommandée dans la prise en charge de la spondylarthrite ankylosante, à tous les stades de la maladie, et doit être adaptée à l'état clinique du patient (Haute Autorité de santé, 2008a). Les données de la littérature sont de bonne qualité et ont été synthétisées dans plusieurs revues systématiques

Tableau 15.VIII : Efficacité et tolérance de l'activité physique dans la polyarthrite rhumatoïde : principaux résultats des 7 revues systématiques de la littérature

Auteur, année Méthode	Pathologie Effectifs	AP	Comparateurs	Critères de jugement	Efficacité	Tolérance
Hammond et coll., 2016 RS des ERC Pas de MA	PR 3 ERC 665 patients	Exercices à sec pour les mains Supervisés ou non supervisés 12 à 52 semaines	Soins usuels	Douleur Fonction Qualité de vie Mobilité des doigts Force des doigts Force de préhension Activité de la maladie Dérrouillage matinal IA et IS Fatigue	Douleur : ↘ à S12 et S36 Fonction : ↗ à S12, M4, M6 et M12 Qualité de vie : pas de différence Mobilité des doigts : ↗ extension à M4 et ↗ flexion à M6 Force des doigts : ↗ pince pouce/index à M6 et M12 Force de préhension : ↗ <i>Grip Ability Test</i> à S12 et M4 Activité de la maladie : ↘ à S12 Dérrouillage matinal : pas de différence IA : ↘ à M4 IS : pas de différence Fatigue : pas de différence	EIND : non analysés
Verhagen et coll., 2015 <i>Cochrane</i> RS+MA des ERC	PR 9 ERC 579 patients	Exercices aquatiques	Placebo	Douleur IA et IS	Douleur : DMS (IC 95 %) 0,50 [-0,84 à 1,84] IA : DMS (IC 95 %) -4,60 [-8,72 à -0,48] IS : DMS (IC 95 %) 0,60 [-0,90 à 2,10]	EIND : non analysés
Cramp et coll., 2013 <i>Cochrane</i> RS+MA des ERC	PR 6 ERC 388 patients	AP non spécifique	Comparateur sans AP	Fatigue	Fatigue : DMS (IC 95 %) -0,36 [-0,62 à -0,10]	EIND : non analysés
Baillet et coll., 2012 RS+MA des ERC	PR 10 ERC 547 patients	Exercices en résistance	Comparateur sans exercices en résistance	Douleur Fonction Capacité fonctionnelle IA Force isométrique Force de préhension VS EIND Perdus de vue	Douleur : DMP (IC 95 %) -4,1 mm [-11,0 à -2,7 mm] Fonction : DMP (IC 95 %) -0,17 [-0,38 à 0,04] Capacité fonctionnelle : DMP (IC 95 %) -1,9 s [-3,0 à -0,9 s] IA : DMP (IC 95 %) -5,4 % [-9,0 à -1,7 %] Force isométrique : DMP (IC 95 %) 23,7 % [11,0 à 36,4] Force isométrique : DMP (IC 95 %) 35,8 % [24,4 à 47,1] Force de préhension : DMP (IC 95 %) 26,4 % [12,3 à 40,5] VS : DMP (IC 95 %) -5,2 mm [-8,8 à -1,6 mm]	EIND : RR (IC 95 %) 1,08 (0,72 à 1,63) Perdus de vue : RR (IC 95 %) 0,95 (0,61 à 1,48)

Tableau 15.VIII (fin) : Efficacité et tolérance de l'activité physique dans la polyarthrite rhumatoïde : principaux résultats des 7 revues systématiques de la littérature

Auteur, année Méthode	Pathologie Effectifs	AP	Comparateurs	Critères de jugement	Efficacité	Tolérance
Baillet et coll., 2010 RS+MA des ERC	PR 14 ERC 1 040 patients	Exercices aérobies	Comparateur sans exercices aérobies	Douleur Fonction globale Qualité de vie Activité de la maladie IA et IS Score radiologique Perdus de vue	Douleur : DMS (IC 95 %) 0,31 [0,06 à 0,55] Fonction : DMS (IC 95 %) 0,24 [0,10 à 0,38] Qualité de vie : DMS (IC 95 %) 0,39 [0,23 à 0,56] Activité de la maladie : DMS (IC 95 %) 0,08 [0,08 à 0,25] IA et IS : DMS (IC 95 %) 0,14 [0,05 à 0,33] Score radiologique : DMS (IC 95 %) 0,36 [0,16 à 0,56]	Perdus de vue : OR (IC 95 %) 1,67 (0,36 à 7,69)
Hurkmans et coll., 2008 <i>Cochrane</i> RS+MA des ERC	PR 8 ERC 575 patients	1. Exercices aérobies à sec 2. Exercices aérobies aquatiques 3. Exercices aérobies à sec + RM	Comparateur sans exercices aérobies	Douleur Fonction Activité de la maladie Score radiologique	Exercices aérobies à sec Douleur : DMS (IC 95 %) -0,27 [-0,79 à 0,26] Fonction : DMS (IC 95 %) 0,03 [-0,46 à 0,51] Force musculaire : DMS (IC 95 %) -0,38 [-1,67 à 0,9] Exercices aérobies aquatiques Douleur : DMS (IC 95 %) 0,06 [-0,43 à 0,54] Force musculaire : DMS (IC 95 %) -0,38 [-1,27 à 0,51] Exercices aérobies à sec + RM Douleur : DMS (IC 95 %) 0,35 [-0,46 à 1,16] Force musculaire : DMS (IC 95 %) 0,49 [-0,06 à 1,04] Activité de la maladie : DMS (IC 95 %) -0,16 [-0,39 à 0,06] Score radiologique : DMS (IC 95 %) -0,15 [-0,37 à 0,08]	EIND : non analysés
Han et coll., 2004 <i>Cochrane</i> RS+MA des ERC	PR 4 ERC 206 patients	Tai Chi	Comparateur sans Tai Chi	Fonction IA et IS Force de préhension Perdus de vue	Fonction : DMS (IC 95 %) 0,01 [-2,94 à 2,97] IA : DMS (IC 95 %) -0,83 [-3,30 à 1,64] IS : DMS (IC 95 %) 2,45 [-0,45 à 5,36] Force de préhension : DMS (IC 95 %) -0,08 [-0,26 à 0,10]	Perdus de vue : RR (IC 95 %) 0,37 (0,19 à 0,72)

AP : activité physique ; DMP : différence moyenne pondérée ; DMS : différence moyenne standardisée ; EIND : effets indésirables ; ERC : essai randomisé contrôlé ; IA : indice articulaire ; IS : indice synovial ; IC : intervalle de confiance ; M : mois ; MA : méta-analyse ; OR : *odds-ratio* ; PR : polyarthrite rhumatoïde ; RM : renforcement musculaire ; RS : revue systématique ; RR : risque relatif ; S : semaine ; VS : vitesse de sédimentation.

(Dagfinrud et coll., 2008 ; Liang et coll., 2015 ; Regnaux et coll., à paraître ; van den Berg et coll., 2012).

Dans la revue *Cochrane* de 2008, les programmes supervisés et non supervisés d'exercices, comparés à l'absence d'exercices, permettaient une réduction de la douleur et une amélioration de la mobilité rachidienne, de la fonction et de l'évaluation globale par le patient. Les sessions supervisées étaient plus efficaces que les sessions non supervisées (Dagfinrud et coll., 2008). Dans une revue systématique plus récente publiée en 2012, 6 ERC supplémentaires ont été analysés et confirment ces résultats (van den Berg et coll., 2012). Différentes modalités d'exercices avaient des effets positifs, modérés à bons, sur la douleur, la mobilité rachidienne, l'activité de la maladie évaluée par le *Bath Ankylosing Spondylitis Disease Activity Index* (BASDAI) et la fonction évaluée par le *Bath Ankylosing Spondylitis Functional Index* (BASFI). Dans la mise à jour à paraître de la revue *Cochrane* (tableau 15.IX), les exercices permettaient une réduction de la douleur, comparés à l'absence d'exercices (4 ERC, 173 patients, DMS -1,25 ; IC 95 % [-1,60 à -0,90]), une amélioration de la fonction selon le BASFI (5 ERC, 197 patients, DMS -1,42 ; IC 95 % [-1,88 à -0,96]), une amélioration de l'évaluation globale par le patient (4 ERC, 147 patients, DMS -1,03 ; IC 95 % [-1,50 à -0,57]), une amélioration de la mobilité selon le *Bath Ankylosing Spondylitis Mobility Index* (BASMI) (3 ERC, 117 patients, DMS -0,90 ; IC 95 % [-1,87 à 0,07]) et une diminution de la fatigue (2 ERC, 72 patients, DMS -1,43 ; IC 95 % [-2,73 à -0,14]) à la fin du traitement (Regnaux et coll., à paraître). Les résultats étaient similaires à plus long terme ou lorsque les exercices étaient comparés aux soins usuels, mais avec des tailles d'effet plus faibles. Il n'y avait pas de risque accru d'effets indésirables (Regnaux et coll., à paraître).

Une revue systématique de 5 ERC s'est intéressée aux patients traités par anti-TNF (*Tumor Necrosis Factor*)- α à une posologie stable et a comparé l'efficacité d'exercices associés au traitement par anti-TNF α à un traitement par anti-TNF- α seul (221 patients). Cette revue a montré que les exercices permettaient une amélioration de la mobilité rachidienne (DMS sur le BASMI -0,99 ; IC 95 % [-1,61 à -0,38]) et une réduction des signes d'activité de la maladie (DMS -0,58 sur le BASDAI ; IC 95 % [-1,10 à -0,06]). Ces résultats suggèrent que l'APA a un intérêt thérapeutique même lorsque les patients sont déjà traités par une biothérapie (Liang et coll., 2015).

Par rapport à l'absence de traitement, l'APA sous la forme de programmes structurés associant exercices spécifiques, activité physique non spécifique et ETP permet une réduction des douleurs et une amélioration de la fonction dans la spondylarthrite ankylosante à la fin du traitement et au cours du suivi. Par rapport aux soins usuels, les effets observés sont plus faibles.

Tableau 15.IX : Efficacité et tolérance de l'activité physique dans la spondylarthrite ankylosante : principaux résultats de la revue systématique la plus récente

Auteur, année Méthode	Pathologie Effectifs	AP	Comparateurs	Critères de jugement	Efficacité	Tolérance
Regnaud, à paraître <i>Cochrane</i> RS+MA des ERC	Spondylarthrite ankylosante 12 ERC 1 510 patients	Exercices Étirements Mobilité articulaire Mobilisation RM Stabilisation Travail aérobie Restauration Fonctionnelle Tai Chi Yoga	Absence de traitement Intervention sans exercices Soins usuels	Douleur Fonction Qualité de vie Évaluation globale Mobilité rachidienne Fatigue EIND Perdus de vue À la fin du traitement À moyen terme (< 1 an) À long terme (> 1 an)	Exercices vs absence de traitement Douleur à la fin du traitement : DMS (IC 95 %) -1,25 [-1,60 à -0,90] Fonction à la fin du traitement : DMS (IC 95 %) -1,42 [-1,88 à -0,96] à moyen terme : DMS (IC 95 %) -1,51 [-1,84 à -1,17] Évaluation globale à la fin du traitement : DMS (IC 95 %) -1,03 [-1,50 à -0,57] à moyen terme : DMS (IC 95 %) -1,12 [-1,57 à -0,67] Mobilité rachidienne à la fin du traitement : DMS (IC 95 %) -0,90 [-1,87 à 0,07] à moyen terme : DMS (IC 95 %) -1,42 [-2,05 à -0,78] Fatigue à la fin du traitement : DMS (IC 95 %) -1,43 [-2,73 à -0,14] Exercices vs soins usuels Douleur à la fin du traitement : DMS (IC 95 %) -0,16 [-0,29 à -0,03] Fonction à la fin du traitement : DMS (IC 95 %) -0,36 [-0,55 à -0,16] à moyen terme : DMS (IC 95 %) -0,60 [-1,62 à 0,42] Évaluation globale à la fin du traitement : DMS (IC 95 %) -0,68 [-1,27 à -0,09] à moyen terme : DMS (IC 95 %) -0,70 [-1,71 à 0,31] Mobilité rachidienne à la fin du traitement : DMS (IC 95 %) -1,15 [-2,81 à 0,52] à moyen terme : DMS (IC 95 %) -0,70 [-1,64 à 0,24]	Perdus de vue : Peto OR (IC 95 %) 1,06 [0,72 à 1,55]

AP : activité physique ; DMS : différence moyenne standardisée ; EIND : effets indésirables ; ERC : essai randomisé contrôlé ; IC : intervalle de confiance ; MA : méta-analyse ; OR : odds-ratio ; RM : renforcement musculaire ; RS : revue systématique.

Toutefois, ces résultats n'ont pas été confirmés dans la cohorte observationnelle DESIR en vie réelle (Escalas et coll., 2016). Des travaux évaluant l'efficacité de l'APA à des stades plus précoces de la maladie et l'intérêt des stratégies de personnalisation des programmes et d'amélioration de l'adhésion sont nécessaires.

Sclérodémie systémique

L'APA, sous la forme de programmes structurés associant exercices spécifiques (par exemple pour la main ou la bouche) et activité physique non spécifique, est considérée comme un « traitement de fond » de la sclérodémie systémique (ScS) (Haute Autorité de santé, 2008b). Elle doit idéalement être instaurée dès le début de la maladie afin de prévenir l'aggravation des déficiences et des limitations d'activité, qui sont principalement d'ordre musculo-squelettique et cutané. Le handicap localisé à la main contribue à 75 % du handicap global (Rannou et coll., 2007). Une attention particulière doit donc être accordée à cette atteinte dans les programmes structurés.

Seuls 7 ERC ont évalué l'efficacité et la tolérance de programmes structurés d'exercices dans la ScS (Maddali-Bongi et coll., 2009 ; Maddali-Bongi et coll., 2011a ; Maddali-Bongi et coll., 2011b ; Rannou et coll., 2016 ; Schouffoer et coll., 2011 ; Yuen et coll., 2011 et 2012) (tableau 15.X). Les effectifs inclus étaient faibles et les interventions insuffisamment décrites, sauf dans une étude (Rannou et coll., 2016). Celle-ci a inclus 220 patients et a montré qu'un programme multidisciplinaire personnalisé associant exercices spécifiques, activité physique non spécifique et ETP, composé d'une phase supervisée pendant 1 mois, puis d'une phase non supervisée pendant 1 an, n'apportait pas de bénéfices supérieurs aux soins usuels concernant les limitations d'activité à 1 an. Une lecture attentive des résultats montre que le manque de succès de l'intervention serait lié à une faible adhésion lors de la phase non supervisée. En effet, chez les patients dont l'adhésion au programme était bonne, y compris lors de la phase non supervisée, les bénéfices du programme multidisciplinaire sur les déficiences et les limitations d'activité se maintenaient à 1 an (Rannou et coll., 2016).

L'amélioration des programmes structurés d'APA dans la ScS passe par une meilleure évaluation du fardeau du traitement et par une implémentation systématique de stratégies facilitatrices visant à augmenter l'adhésion au traitement. De plus, ces programmes n'ont été évalués que dans les formes évoluées de la maladie (≥ 6 ans d'évolution), dans lesquelles les déficiences sont peu réversibles et le syndrome de déconditionnement à l'effort, sévère. La fenêtre thérapeutique la plus favorable se situe probablement plus tôt, dès que le diagnostic de la maladie est posé.

Tableau 15.X : Efficacité et tolérance de l'activité physique dans la sclérodémie systémique : principaux résultats des 7 ERC publiés

Auteur, année Pays Méthode	Patients Durée	AP	Comparateurs	Critères de jugement	Efficacité	Tolérance
Rannou et coll., 2016 France ERC Multi Méthode de Zelen modifiée	ScS > 6 ans 220 patients 12 mois	112 patients Programme personnalisé associant travail de la mobilité articulaire + RM, travail aérobie + travail de l'OB Sessions supervisées : 3 h x3/semaine pendant 1 mois Sessions non supervisées : 30 min/j + orthèses dynamiques 2 h/j + orthèses de repos la nuit	108 patients Soins usuels	CJP pré-spécifié Fonction globale à M12 CJS à M1, M6 et M12 Douleurs articulaires Fonction globale Fonction de la main Handicap prioritaire Qualité de vie OB Atteinte cutanée Mobilité de la main Capacités aérobies Satisfaction EIND	CJP : résultat négatif Fonction globale : différence ajustée (IC 95 %) -0,01 [0,15 à 0,13] sur le score HAQ-DI à M12, p = 0,86 CJS à M1, M6 et M12 Douleurs articulaires : ↘ à M1 Fonction : ↗ à M1 Fonction de la main : ↗ à M1 Handicap prioritaire : ↘ à M1 Qualité de vie : pas de différence OB : ↗ à M1, M6 et M12 Atteinte cutanée : pas de différence à M12 Mobilité de la main : ↗ à M1 et M6 Capacités aérobies : pas de différence à M12 Satisfaction : pas de différence	4 EIND 2 fatigue 1 douleur inguinale 1 douleur du mollet
Yuen et coll., 2012 États-Unis ERC Mono	ScS > 6 ans OB < 40 mm 28 patients 6 mois	13 patients Programme associant outils pour l'hygiène bucco-dentaire + instructions Brossage des dents 2 min + fil de soie : x2/j pendant 6 mois Exercices du visage et travail de l'OB : x2/j pendant 6 mois	15 patients Soins usuels dentaires	CJP pré-spécifié OB à M6	CJP : résultat négatif OB : pas de différence à M6	EIND : non rapportés

Tableau 15.X (suite) : Efficacité et tolérance de l'activité physique dans la sclérodémie systémique : principaux résultats des 7 ERC publiés

Auteur, année Pays Méthode	Patients Durée	AP	Comparateurs	Critères de jugement	Efficacité	Tolérance
Yuen et coll., 2011 États-Unis ERC Mono	ScS > 7 ans 48 patients 6 mois	26 patients Programme associant outils pour l'hygiène bucco-dentaire + instructions Brossage des dents 2 min + fil de soie : x2/j pendant 6 mois	22 patients Soins usuels dentaires	CJP pré-spécifié Inflammation gingivale à M6	CJP : résultat positif Inflammation gingivale : ↘ à M6	EIND : non rapportés
Schouffoer et coll., 2011 Pays-Bas ERC Mono	ScS > 6,5 ans 53 patients 12 semaines	28 patients Programme personnalisé associant exercices généraux, exercices pour la main et la bouche et ETP Sessions supervisées : x1/semaine pendant 12 semaines Sessions non supervisées : x6/semaine pendant 12 semaines	25 patients Soins usuels	CJP et CJS à S12 et S24 Douleur Fonction globale Qualité de vie OB Mobilité de la main Force de préhension Capacités aérobies Fatigue EIND	CJP et CJS : non pré-spécifiés Douleur : pas de différence Fonction globale : ↗ à S12 Qualité de vie : pas de différence OB : ↗ Mobilité de la main : ↗ à S24 Force préhension : ↗ Capacités aérobies : pas de différence sur la VO ₂ max ↗ TM6 à S12 Fatigue : pas de différence	2 EIND 1 douleur cutanée 1 rupture tendineuse
Maddali-Bongi et coll., 2011 Italie ERC Mono	ScS ~ 8 ans 35 patients 5 semaines	20 patients Drainage lymphatique manuel : 1 h/semaine pendant 5 semaines	15 patients Pas d'intervention	CJP et CJS à S5 et S9 Douleur de la main Fonction globale Qualité de vie Mobilité de la main Œdème de la main Volume de la main Gène liée à la douleur Gène liée à l'œdème	CJP et CJS : non pré-spécifiés Douleur de la main : ↘ Fonction globale : ↗ à S5 Qualité de vie : ↗ Mobilité de la main : ↗ Œdème de la main : ↘ Volume de la main : ↘ Gène liée à la douleur de la main : ↘ Gène liée à l'œdème de la main : ↘	EIND : non rapportés

Tableau 15.X (fin) : Efficacité et tolérance de l'activité physique dans la sclérodémie systémique : principaux résultats des 7 ERC publiés

Auteur, année Pays Méthode	Patients Durée	AP	Comparateurs	Critères de jugement	Efficacité	Tolérance
Maddali-Bongi et coll., 2011 Italie ERC Mono	ScS > 9 ans 40 patients 9 semaines	20 patients Programme supervisé pour le visage associant massage, Kabat, kinésithérapie, exercices de relaxation : 1 h x2/semaine pendant 9 semaines Programme non supervisé d'exercices <i>sham</i> quotidiens pendant 18 semaines	20 patients Programme non supervisé d'exercices <i>sham</i> quotidiens pendant 18 semaines	CJP et CJS à S9 et S18 Fonction globale Fonction de la bouche Qualité de vie OB Atteinte cutanée	CJP et CJS : non pré-spécifiés Pas de comparaison réalisée entre les 2 groupes	EIND : non rapportés
Maddali-Bongi et coll., 2009 Italie ERC Mono	ScS ~ 9 ans 40 patients 9 semaines	20 patients Massage et manipulation articulaire (Mc Mennell) : 1 h x2/semaine pendant 9 semaines Sessions non supervisées d'exercices pour les mains : 20 min/j pendant 9 semaines	20 patients Sessions non supervisées d'exercices pour les mains : 20 min/j pendant 9 semaines	CJP et CJS à S9 et S18 Fonction globale Fonction de la main Qualité de vie Mobilité de la main Ouverture de la main Pince I/II	CJP et CJS : non pré-spécifiés Pas de comparaison réalisée entre les 2 groupes	EIND : non rapportés

AP : activité physique ; CJP : critère de jugement principal ; CJS : critère de jugement secondaire ; DMS : différence moyenne standardisée ; EIND : effets indésirables ; ERC : essai randomisé contrôlé ; HAQ-DI : *Health Assessment Questionnaire Disability Index* ; IC : intervalle de confiance ; M : mois ; MA : méta-analyse ; Mono : monocentrique ; Multi : multicentrique ; OB : Ouverture de la bouche ; OR : *odds-ratio* ; RM : renforcement musculaire ; RS : revue systématique ; S : semaine ; ScS : sclérodémie systémique ; TM6 : Test de marche de 6 minutes.

Dermatomyosite et polymyosite

Dans les dermatomyosite (DM) et polymyosite (PM) de l'enfant et de l'adulte, l'APA, sous la forme de programmes structurés associant exercices spécifiques (par exemple de renforcement musculaire des ceintures pelviennes et scapulaires et des groupes musculaires les plus déficitaires) et activité physique non spécifique, est un élément essentiel de la prise en charge (Haute Autorité de santé, 2016). Un effet bénéfique des exercices sur les performances musculaires, la capacité aérobie et l'état de santé perçu par les patients a été suggéré par les études ouvertes, quel que soit le stade de la maladie (Alema Munters et coll., 2014). Le gain de force musculaire pourrait s'expliquer par une amélioration de la microvascularisation musculaire, le ralentissement des processus inflammatoires musculaires et périmusculaires et une activité enzymatique mitochondriale accrue (Alema Munters et coll., 2014).

Seuls 7 ERC ont évalué l'efficacité et la tolérance de programmes structurés associant exercices spécifiques et activité physique non spécifique dans les DM et PM (Alema Munters et coll., 2013a et b ; Alexanderson et coll., 2014 ; Chung et coll., 2007 ; Munters et coll., 2013 ; Tiffreau et coll., 2016 ; Wiesinger et coll., 1998) (tableau 15.XI). Les effectifs étaient au maximum de 19 sujets par bras (Chung et coll., 2007). Une seule étude a inclus des DM et PM récentes (< 3 mois) (Alexanderson et coll., 2014). Les programmes étaient hétérogènes dans leur durée (de 6 semaines à 6 mois), dans leur contenu (exercices de renforcement musculaire en force, en endurance et/ou contre résistance, travail respiratoire, travail aérobie, mobilisation articulaire ou travail de la marche) et dans leur mode de délivrance (supervisée et/ou non supervisée). Sur le plan méthodologique, seules 3 études ont spécifié un critère de jugement principal (Alexanderson et coll., 2014 ; Chung et coll., 2007 ; Tiffreau et coll., 2016) et 1 seule étude a rapporté des données de tolérance (Chung et coll., 2007). Aucune étude n'a suivi la méthodologie recommandée par Consort (*Consolidated Standards Of Reporting Trials*) (Boutron et coll., 2008a et b) ni la checklist TIDiER (*template for intervention description and replication*) (Hoffmann et coll., 2014), si bien qu'il est difficile de faire une analyse critique des interventions testées et plus encore de les transposer dans la pratique quotidienne.

Malgré les limites méthodologiques mentionnées, les résultats des ERC publiés suggèrent un effet positif des programmes structurés associant exercices spécifiques et activité physique non spécifique sur les capacités aérobies, les performances musculaires et la fonction globale à court et moyen termes dans la DM et la PM. Qu'il s'agisse des formes chroniques ou actives de la

Tableau 15.XI : Efficacité et tolérance de l'activité physique dans la dermatomyosite et la polymyosite : principaux résultats des 7 ERC publiés

Auteur, année Pays Méthode	Patients Durée	AP	Comparateurs	Critères de jugement	Efficacité	Tolérance
Tiffreau et coll., 2016 France ERC Multi Méthode de Zelen modifiée	DM/PM > 45 mois 21 patients 12 mois	10 patients Programme personnalisé associant RM, travail de l'AT, de la mobilité articulaires, de la marche, des transferts et aérobie Sessions supervisées : x1/semaine pendant 4 semaines Session non supervisées : 30 min/jour	11 patients Kinésithérapie libérale : 30 min x3/semaine	CJP pré-spécifié Fonction globale à M12 CJS à M1, M2 et M12 Douleur Qualité de vie Performances musculaires Capacités aérobies CRP CPK Fatigue	CJP : résultat positif Fonction globale : 0,64 (0,53) vs 1,36 (1,02) sur le score HAQ-DI à M12, p = 0,026 CJS à M1, M2 et M12 Douleur : 5,0 (10,61) vs 33,4 (35,7) à M12, p = 0,04 Qualité de vie : ↗ certains scores Performances musculaires : ↗ à gauche à M12 Capacités aérobies : pas de différence CRP : pas de différence CPK : pas de différence Fatigue : pas de différence	EIND : non rapportés
Alexanderson et coll., 2014 Suède ERC Multi	DM/PM ~3 mois 19 patients 24 semaines	10 patients Exercices en résistance à domicile : x5/semaine pendant 12 semaines Exercices de mobilisation articulaire à domicile : x2/semaine pendant 12 semaines	9 patients Exercices de mobilisation articulaire à domicile : x5/semaine pendant 24 semaines	CJP pré-spécifié Performances musculaires à S24 CJS à S24 État de santé perçu Capacités aérobies CPK	CJP : résultat négatif Performances musculaires : pas de différence à S24 CJS à S24 État de santé perçu : pas de différence Capacités aérobies : pas de différence CPK : pas de différence	EIND : non rapportés
Munters et coll., 2013 Suède ERC Mono	DM/PM chronique 15 patients 12 semaines	7 patients Exercices en endurance 1 h x3/semaine	8 patients Pas d'intervention	CJP et CJS à S12 Performances musculaires Capacités aérobies Activité de la maladie Lactates Biopsie	CJP et CJS : non pré-spécifiés Performances musculaires : ↗ Capacités aérobies : ↗ Activité de la maladie : ↘ Lactates : ↘ Biopsie : ↘ gènes inflammation et stress du RE	EIND : non rapportés

Tableau 15.XI (suite) : Efficacité et tolérance de l'activité physique dans la dermatomyosite et la polymyosite : principaux résultats des 7 ERC publiés

Auteur, année Pays Méthode	Patients Durée	AP	Comparateurs	Critères de jugement	Efficacité	Tolérance
Munters et coll., 2013 Suède ERC Multi	DM/PM ~8 ans 21 patients 12 semaines	11 patients Exercices en endurance Sessions supervisées : 1 h x2/semaine pendant 12 semaines Sessions non supervisées : 1 h/semaine pendant 12 semaines	10 patients Pas d'intervention	CJP et CJS à S12 Performances musculaires Capacités aérobies Activité de la maladie Fonction globale Handicap prioritaire Qualité de vie	CJP et CJS : non pré-spécifiés Performances musculaires : ↗ Capacités aérobies : ↗ Activité de la maladie : ↘ Fonction globale : ↗ Handicap prioritaire : pas de différence Qualité de vie : ↗ certains scores	EIND : non rapportés
Munters et coll., 2013 Suède ERC Multi	DM/PM > 7 ans 15 patients 12 semaines	9 patients Exercices en endurance Sessions supervisées : 1 h x2/semaine pendant 12 semaines Sessions non supervisées : 1 h/semaine pendant 12 semaines	6 patients Pas d'intervention	CJP et CJS à S12 Performances musculaires Capacités aérobies Activité de la maladie Lactates Fonction mitochondriale	CJP et CJS : non pré-spécifiés Performances musculaires : ↗ Capacités aérobies : ↗ Activité de la maladie : ↘ Lactates : pas de différence Fonction mitochondriale : ↗ activités CS and β-HAD	EIND : non rapportés
Chung et coll., 2007 Grande Bretagne, Suède ERC Multi	DM/PM > 6 mois 37 patients 6 mois	19 patients Exercices à domicile x5/semaine : Exercices en endurance, travail des mobilités articulaires, étirements et travail aérobie pendant 6 mois Créatinine orale 20 mg/j pendant 8 jours puis 3 mg/j pendant 6 mois	18 patients Exercices à domicile x5/semaine : Exercices en endurance, travail des mobilités articulaires, étirements et travail aérobie pendant 6 mois Placebo oral pendant 6 mois	CJP pré-spécifié Performances musculaires à M6 CJS à M6 Douleur État de santé perçu Force Performances musculaires CPK Anxiété et dépression Fatigue	CJP : résultat positif Performances musculaires : ↗ 11,4 % vs 3,7 % du score AFPT, p = 0,029 CJS à M6 Douleur : pas de différence État de santé perçu : pas de différence Force : ↗ hanche et épaule Performances musculaires : pas de différence CPK : pas de différence Anxiété et dépression : pas de différence Fatigue : pas de différence	EIND : 13 8 infections 6 chutes 2 problèmes digestifs

Tableau 15.XI (fin) : Efficacité et tolérance de l'activité physique dans la dermatomyosite et la polymyosite : principaux résultats des 7 ERC publiés

Auteur, année Pays Méthode	Patients Durée	AP	Comparateurs	Critères de jugement	Efficacité	Tolérance
Wiesinger et coll., 1998 Autriche ERC Mono	DM/PM > 6 mois 14 patients 6 semaines	7 patients Exercices en endurance (vélo) et aérobies Sessions supervisées : 1 h x2/semaine pendant 2 semaines puis 1 h x3/semaine pendant 4 semaines	7 patients Pas d'intervention	CJP et CJS à S6 Fonction Performances musculaires Capacités aérobies CPK	CJP et CJS : non pré-spécifiés Fonction : ↗ Performances musculaires : ↗ Capacités aérobies : ↗ CPK : pas de différence	EIND : non rapportés

AP : activité physique ; AFPT : *Aggregate Functional Performance Time* ; AT : ampliation thoracique ; β -HAD : β -hydroxyacyl-CoA déhydrogénase ; CJP : critère de jugement principal ; CJS : critère de jugement secondaire ; CPK : créatine phosphokinase ; CRP : protéine C réactive ; CS : citrate synthase ; DM : dermatomyosite ; EIND : effets indésirables ; ERC : essai randomisé contrôlé ; G-B : Grande-Bretagne ; HAQ-DI : *Health Assessment Questionnaire Disability Index* ; M : mois ; mono : monocentrique ; multi : multicentrique ; PM : polymyosite ; RE : réticulum endoplasmique ; RM : renforcement musculaire ; S : semaine.

maladie, la tolérance à l'APA a été bonne et il n'a pas été rapporté de recrudescence des douleurs ou des signes d'activité de la maladie. Dans l'étude ouverte de Varju et coll. (21 patients), l'APA sous la forme d'un programme structuré d'exercices était aussi bien tolérée à proximité (3 semaines) qu'à distance (3 mois) d'une poussée inflammatoire (Varju et coll., 2003). Une APA peut donc être envisagée dès les stades précoces des DM et PM.

Autres connectivites

Les données concernant les déficiences et les limitations d'activité et les effets de l'APA dans les autres connectivites, telles que le lupus érythémateux systémique, le syndrome de Gougerot-Sjögren ou les vascularites, sont peu nombreuses et les niveaux de preuve trop faibles pour que des recommandations puissent être formulées. À l'exception de l'atteinte de la main dans le lupus érythémateux systémique et du syndrome sec dans le syndrome de Gougerot-Sjögren, les déficiences observées sont le plus souvent non spécifiques. Elles sont dominées par la fatigue et le syndrome de déconditionnement à l'effort (Basu et coll., 2014 ; Tench et coll., 2002). Leur prise en charge en APA repose sur des programmes associant exercices spécifiques, activité physique non spécifique et ETP. Certaines études récentes suggèrent l'intérêt de ce type de stratégie, notamment dans le lupus érythémateux systémique (Abraham et coll., 2016 ; Carvalho et coll., 2005 ; Clarke-Jenssen et coll., 2005 ; dos Reis-Neto et coll., 2013 ; Ramsey-Goldman et coll., 2000 ; Tench et coll., 2003).

Conclusion

L'APA, le plus souvent sous la forme de programmes structurés, supervisés et/ou non supervisés, associant exercices spécifiques et/ou activité physique non spécifique, doit être considérée comme un traitement de fond, d'action lente, des pathologies ostéo-articulaires inflammatoires et non inflammatoires, quels que soient le stade, la sévérité ou l'activité de la maladie. Elle vise à réduire et/ou prévenir de manière secondaire ou tertiaire les déficiences et limitations d'activité spécifiques et non spécifiques à ces maladies. L'APA occupe une place fondamentale dans la prise en charge des pathologies ostéo-articulaires inflammatoires et non inflammatoires, car celles-ci s'accompagnent d'un lourd handicap d'origine musculo-squelettique et d'un retentissement psychologique, social et professionnel sévère. Malgré les difficultés méthodologiques propres aux essais d'intervention non pharmacologique, les niveaux de preuve de l'efficacité et de l'innocuité de l'APA à court et moyen

termes sont désormais considérés comme élevés dans la lombalgie chronique, l'arthrose des membres inférieurs, la polyarthrite rhumatoïde et la spondylarthrite ankylosante. Une optimisation du contenu et du mode de délivrance de ces programmes est encore nécessaire. Les niveaux de preuve sont encore insuffisants dans les cervicalgies chroniques, le canal lombaire rétréci, l'arthrose des mains ou les connectivites. L'intérêt de l'APA n'est pas démontré dans les cervicalgies et la lombalgie aiguës. Les programmes structurés d'APA ne peuvent pas être standardisés ni « à taille unique ». Ils doivent être personnalisés et adaptés à chaque patient. Une évaluation précise des déficiences, limitations d'activité et restrictions de participation par un professionnel est un préalable indispensable à la prise de décision thérapeutique.

Plus que de démontrer l'efficacité de l'APA dans les pathologies ostéo-articulaires, qui semble désormais bien établie dans nombre d'entre elles, l'un des enjeux majeurs à venir, en pratique clinique et en recherche, est de réussir à mieux identifier les barrières potentielles à l'adhésion à l'APA, afin de mettre en œuvre, de manière aussi précoce que possible, des stratégies facilitatrices adaptées, visant à réduire le fardeau du traitement pour un individu donné et, à terme, améliorer le fonctionnement des sujets souffrant de pathologies ostéo-articulaires chroniques.

RÉFÉRENCES

Aboagye E, Karlsson ML, Hagberg J, *et al.* Cost-effectiveness of early interventions for non-specific low back pain: a randomized controlled study investigating medical yoga, exercise therapy and self-care advice. *J Rehabil Med* 2015 ; 47 : 167-73.

Abraham MI, Gomiero AB, Peccin MS, *et al.* Cardiovascular training vs. resistance training for improving quality of life and physical function in patients with systemic lupus erythematosus: a randomized controlled trial. *Scand J Rheumatol* 2016 ; 45 : 197-201.

Aitken D, Buchbinder R, Jones G, *et al.* Interventions to improve adherence to exercise for chronic musculoskeletal pain in adults. *Aust Fam Physician* 2015 ; 44 : 39-42.

Alemo Munters L, Alexanderson H, Crofford LJ, *et al.* New insights into the benefits of exercise for muscle health in patients with idiopathic inflammatory myositis. *Curr Rheumatol Rep* 2014 ; 16 : 429.

Alemo Munters L, Dastmalchi M, Andgren V, *et al.* Improvement in health and possible reduction in disease activity using endurance exercise in patients with established polymyositis and dermatomyositis: a multicenter randomized controlled trial

with a 1-year open extension followup. *Arthritis Care Res (Hoboken)* 2013a ; 65 : 1959-68.

Alemo Munters L, Dastmalchi M, Katz A, *et al.* Improved exercise performance and increased aerobic capacity after endurance training of patients with stable polymyositis and dermatomyositis. *Arthritis Res Ther* 2013b ; 15 : R83.

Alexanderson H, Munters LA, Dastmalchi M, *et al.* Resistive home exercise in patients with recent-onset polymyositis and dermatomyositis: a randomized controlled single-blinded study with a 2-year followup. *J Rheumatol* 2014 ; 41 : 1124-32.

Ammendolia C, Stuber KJ, Rok E, *et al.* Nonoperative treatment for lumbar spinal stenosis with neurogenic claudication. *Cochrane Database Syst Rev* 2013 : CD010712.

Atlas SJ, Delitto A. Spinal stenosis: surgical versus nonsurgical treatment. *Clin Orthop Relat Res* 2006 ; 443 : 198-207.

Baillet A, Vaillant M, Guinot M, *et al.* Efficacy of resistance exercises in rheumatoid arthritis: meta-analysis of randomized controlled trials. *Rheumatology (Oxford)* 2012 ; 51 : 519-27.

Baillet A, Zeboulon N, Gossec L, *et al.* Efficacy of cardiorespiratory aerobic exercise in rheumatoid arthritis: meta-analysis of randomized controlled trials. *Arthritis Care Res (Hoboken)* 2010 ; 62 : 984-92.

Bartels EM, Juhl CB, Christensen R, *et al.* Aquatic exercise for the treatment of knee and hip osteoarthritis. *Cochrane Database Syst Rev* 2016 ; 3 : CD005523.

Bartholdy C, Juhl C, Christensen R, *et al.* The role of muscle strengthening in exercise therapy for knee osteoarthritis: a systematic review and meta-regression analysis of randomized trials. *Semin Arthritis Rheum* 2017 ; 47 : 9-21.

Basu N, Mcclean A, Harper L, *et al.* The characterisation and determinants of quality of life in ANCA associated vasculitis. *Ann Rheum Dis* 2014 ; 73 : 207-11.

Benatti FB, Pedersen BK. Exercise as an anti-inflammatory therapy for rheumatic diseases-myokine regulation. *Nat Rev Rheumatol* 2015 ; 11 : 86-97.

Boustedt C, Nordenskiöld U, Lundgren Nilsson A. Effects of a hand-joint protection programme with an addition of splinting and exercise: one year follow-up. *Clin Rheumatol* 2009 ; 28 : 793-9.

Boutron I, Moher D, Altman DG, *et al.* Extending the CONSORT statement to randomized trials of nonpharmacologic treatment: explanation and elaboration. *Ann Intern Med* 2008a ; 148 : 295-309.

Boutron I, Moher D, Altman DG, *et al.* Methods and processes of the CONSORT Group: example of an extension for trials assessing nonpharmacologic treatments. *Ann Intern Med* 2008b ; 148 : W60-6.

Boutron I, Tubach F, Giraudeau B, *et al.* Methodological differences in clinical trials evaluating nonpharmacological and pharmacological treatments of hip and knee osteoarthritis. *JAMA* 2003 ; 290 : 1062-70.

Brosseau L, Rahman P, Poitras S, *et al.* A systematic critical appraisal of non-pharmacological management of rheumatoid arthritis with appraisal of guidelines for research and evaluation II. *PLoS One* 2014 ; 9 : e95369.

Bystrom MG, Rasmussen-Barr E, Grooten WJ. Motor control exercises reduces pain and disability in chronic and recurrent low back pain: a meta-analysis. *Spine (Phila Pa 1976)* 2013 ; 38 : E350-8.

Carey TS, Evans AT, Hadler NM, *et al.* Acute severe low back pain. A population-based study of prevalence and care-seeking. *Spine (Phila Pa 1976)* 1996 ; 21 : 339-44.

Carvalho MR, Sato EI, Tebexreni AS, *et al.* Effects of supervised cardiovascular training program on exercise tolerance, aerobic capacity, and quality of life in patients with systemic lupus erythematosus. *Arthritis Rheum* 2005 ; 53 : 838-44.

Choi BK, Verbeek JH, Tam WW, *et al.* Exercises for prevention of recurrences of low-back pain. *Cochrane Database Syst Rev* 2010 ; 1 : CD006555.

Chou R, Deyo R, Friedly J, *et al.* Nonpharmacologic therapies for low back pain: a systematic review for an American college of physicians clinical practice guideline. *Ann Intern Med* 2017 ; 166 : 493-505.

Chou R, Huffman LH, American Pain S, *et al.* Nonpharmacologic therapies for acute and chronic low back pain: a review of the evidence for an American pain society/American college of physicians clinical practice guideline. *Ann Intern Med* 2007 ; 147 : 492-504.

Chung YL, Alexanderson H, Pipitone N, *et al.* Creatine supplements in patients with idiopathic inflammatory myopathies who are clinically weak after conventional pharmacologic treatment: six-month, double-blind, randomized, placebo-controlled trial. *Arthritis Rheum* 2007 ; 57 : 694-702.

Clarke-Jenssen AC, Fredriksen PM, Lilleby V, *et al.* Effects of supervised aerobic exercise in patients with systemic lupus erythematosus: a pilot study. *Arthritis Rheum* 2005 ; 53 : 308-12.

Combe B, Landewe R, Lukas C, *et al.* EULAR recommendations for the management of early arthritis: report of a task force of the European standing committee for international clinical studies including therapeutics (ESCI-SIT). *Ann Rheum Dis* 2007 ; 66 : 34-45.

Coudeyre E, Jegu AG, Giustanini M, *et al.* Isokinetic muscle strengthening for knee osteoarthritis: a systematic review of randomized controlled trials with meta-analysis. *Ann Phys Rehabil Med* 2016 ; 59 : 207-15.

Cramer H, Lauche R, Haller H, *et al.* A systematic review and meta-analysis of yoga for low back pain. *Clin J Pain* 2013 ; 29 : 450-60.

Cramp F, Hewlett S, Almeida C, *et al.* Non-pharmacological interventions for fatigue in rheumatoid arthritis. *Cochrane Database Syst Rev* 2013 ; 8 : CD008322.

Dagfinrud H, Kvien TK, Hagen KB. Physiotherapy interventions for ankylosing spondylitis. *Cochrane Database Syst Rev* 2008 ; 1 : CD002822.

Deyo RA, Mirza SK, Martin BI. Back pain prevalence and visit rates: estimates from US national surveys, 2002. *Spine (Phila Pa 1976)* 2006 ; 31 : 2724-7.

Dos Reis-Neto ET, Da Silva AE, Monteiro CM, *et al.* Supervised physical exercise improves endothelial function in patients with systemic lupus erythematosus. *Rheumatology (Oxford)* 2013 ; 52 : 2187-95.

Eisenberg DM, Buring JE, Hrbek AL, *et al.* A model of integrative care for low-back pain. *J Altern Complement Med* 2012 ; 18 : 354-62.

Escalas C, Dalichampt M, Dougados M, *et al.* Evaluation of physiotherapy in a prospective cohort of early axial spondyloarthritis. Data from the DESIR cohort. *Joint Bone Spine* 2016 ; 83 : 185-90.

Fassier JB. Prévalence, coûts et enjeux sociétaux de la lombalgie. *Rev Rhum* 2011 ; 78 : S38-41.

Fernandes L, Hagen KB, Bijlsma JW, *et al.* EULAR recommendations for the non-pharmacological core management of hip and knee osteoarthritis. *Ann Rheum Dis* 2013 ; 72 : 1125-35.

Fernandopulle S, Perry M, Manlapaz D, *et al.* Effect of land-based generic physical activity interventions on pain, physical function and physical performance in hip and knee osteoarthritis: a Systematic Review and Meta-analysis. *Am J Phys Med Rehabil* 2017 ; 96 : 773-92.

Fransen M, Mcconnell S, Harmer AR, *et al.* Exercise for osteoarthritis of the knee. *Cochrane Database Syst Rev* 2015 ; 1 : CD004376.

Fransen M, Mcconnell S, Hernandez-Molina G, *et al.* Exercise for osteoarthritis of the hip. *Cochrane Database Syst Rev* 2014 ; 4 : CD007912.

Frymoyer JW, Cats-Baril WL. An overview of the incidences and costs of low back pain. *Orthop Clin North Am* 1991 ; 22 : 263-71.

Garfinkel MS, Schumacher HR Jr, Husain A, *et al.* Evaluation of a yoga based regimen for treatment of osteoarthritis of the hands. *J Rheumatol* 1994 ; 21 : 2341-3.

Gatchel RJ, Polatin PB, Noe C, *et al.* Treatment- and cost-effectiveness of early intervention for acute low-back pain patients: a one-year prospective study. *J Occup Rehabil* 2003 ; 13 : 1-9.

Gaujoux-Viala C, Gossec L, Cantagrel A, *et al.* Recommendations of the French Society for Rheumatology for managing rheumatoid arthritis. *Joint Bone Spine* 2014 ; 81 : 287-97.

Global Burden of Disease Study. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 310 diseases and injuries, 1990-2015 : a systematic analysis for the Global burden of disease study 2015. *Lancet* 2016 ; 388 : 1545-602.

Goren A, Yildiz N, Topuz O, *et al.* Efficacy of exercise and ultrasound in patients with lumbar spinal stenosis: a prospective randomized controlled trial. *Clin Rehabil* 2010 ; 24 : 623-31.

Gossec L, Pavy S, Pham T, *et al.* Nonpharmacological treatments in early rheumatoid arthritis: clinical practice guidelines based on published evidence and expert opinion. *Joint Bone Spine* 2006 ; 73 : 396-402.

- Gross A, Kay TM, Paquin JP, *et al.* Exercises for mechanical neck disorders. *Cochrane Database Syst Rev* 2015 ; 1 : CD004250.
- Hall AM, Maher CG, Lam P, *et al.* Tai chi exercise for treatment of pain and disability in people with persistent low back pain: a randomized controlled trial. *Arthritis Care Res (Hoboken)* 2011 ; 63 : 1576-83.
- Hammond A, Prior Y. The effectiveness of home hand exercise programmes in rheumatoid arthritis: a systematic review. *Br Med Bull* 2016 ; 119 : 49-62.
- Han A, Robinson V, Judd M, *et al.* Tai chi for treating rheumatoid arthritis. *Cochrane Database Syst Rev* 2004 ; 3 : CD004849.
- Hansson TH, Hansson EK. The effects of common medical interventions on pain, back function, and work resumption in patients with chronic low back pain: A prospective 2-year cohort study in six countries. *Spine (Phila Pa 1976)* 2000 ; 25 : 3055-64.
- Haute Autorité de santé. *Recommandations professionnelles. Diagnostic, prise en charge thérapeutique et suivi des spondylarthrites.* Paris : HAS, 2008a.
- Haute Autorité de santé. *Protocole national de diagnostic et de soins. Sclérodémie systémique.* Paris : HAS, 2008b.
- Haute Autorité de santé. *Protocole national de diagnostic et de soins. Dermatomyosite de l'enfant et de l'adulte.* Paris : HAS, 2016.
- Hendrick P, Te Wake AM, Tikkisetty AS, *et al.* The effectiveness of walking as an intervention for low back pain : a systematic review. *Eur Spine J* 2010 ; 19 : 1613-20.
- Hernandez-Molina G, Reichenbach S, Zhang B, *et al.* Effect of therapeutic exercise for hip osteoarthritis pain: results of a meta-analysis. *Arthritis Rheum* 2008 ; 59 : 1221-8.
- Hochberg MC, Altman RD, April KT, *et al.* American college of rheumatology 2012 recommendations for the use of nonpharmacologic and pharmacologic therapies in osteoarthritis of the hand, hip, and knee. *Arthritis Care Res (Hoboken)* 2012 ; 64 : 465-74.
- Hoffmann TC, Glasziou PP, Boutron I, *et al.* Better reporting of interventions: template for intervention description and replication (TIDieR) checklist and guide. *BMJ* 2014 ; 348 : g1687.
- Hurkmans E, Van Der Giesen FJ, Vliet Vlieland TP, *et al.* Dynamic exercise programs (aerobic capacity and/or muscle strength training) in patients with rheumatoid arthritis. *Cochrane Database Syst Rev* 2009 ; 4 : CD006853.
- Iversen MD, Fossel AH, Katz JN. Enhancing function in older adults with chronic low back pain: a pilot study of endurance training. *Arch Phys Med Rehabil* 2003 ; 84 : 1324-31.
- Joffe D, Watkins M, Steiner L, *et al.* Treadmill ambulation with partial body weight support for the treatment of low back and leg pain. *J Orthop Sports Phys Ther* 2002 ; 32 : 202-13 ; discussion 13-5.

Jousse M, Nguyen C, Poiraudeau S, *et al.* Rehabilitation for the management of mechanical neck disorders: evidence-based and clinicians' strategies. *Rev Rhum* 2008 ; 75 : 763-9.

Jousset N, Fanello S, Bontoux L, *et al.* Effects of functional restoration versus 3 hours per week physical therapy: a randomized controlled study. *Spine (Phila Pa 1976)* 2004 ; 29 : 487-93 ; discussion 94.

Kamper SJ, Apeldoorn AT, Chiarotto A, *et al.* Multidisciplinary biopsychosocial rehabilitation for chronic low back pain. *Cochrane Database Syst Rev* 2014 ; 9 : CD000963.

Kitzman DW, Brubaker PH, Herrington DM, *et al.* Effect of endurance exercise training on endothelial function and arterial stiffness in older patients with heart failure and preserved ejection fraction: a randomized, controlled, single-blind trial. *J Am Coll Cardiol* 2013 ; 62 : 584-92.

Kjeken I, Grotle M, Hagen KB, *et al.* Development of an evidence-based exercise programme for people with hand osteoarthritis. *Scand J Occup Ther* 2015 ; 22 : 103-16.

Koc Z, Ozcakil S, Sivrioglu K, *et al.* Effectiveness of physical therapy and epidural steroid injections in lumbar spinal stenosis. *Spine (Phila Pa 1976)* 2009 ; 34 : 985-9.

Kong LJ, Lauche R, Klose P, *et al.* Tai Chi for chronic pain conditions: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Sci Rep* 2016 ; 6 : 25325.

Krause N, Dasinger LK, Neuhauser F. Modified work and return to work: a review of the literature. *J Occup Rehabil* 1998 ; 8 : 113.

Lambeek LC, Van Mechelen W, Knol DL, *et al.* Randomised controlled trial of integrated care to reduce disability from chronic low back pain in working and private life. *BMJ* 2010 ; 340 : c1035.

Lefler C, Armstrong J. Exercise in the treatment of osteoarthritis in the hands of the elderly. *Clin Kinesiol* 2004 ; 54 : 13-7.

Liang H, Li WR, Zhang H, *et al.* Concurrent intervention with exercises and stabilized tumor necrosis factor inhibitor therapy reduced the disease activity in patients with ankylosing spondylitis: a meta-analysis. *Medicine (Baltimore)* 2015 ; 94 : e2254.

Lurie J, Tomkins-Lane C. Management of lumbar spinal stenosis. *BMJ* 2016 ; 352 : h6234.

Macedo LG, Hum A, Kuleba L, *et al.* Physical therapy interventions for degenerative lumbar spinal stenosis: a systematic review. *Phys Ther* 2013 ; 93 : 1646-60.

Macedo LG, Saragiotto BT, Yamato TP, *et al.* Motor control exercise for acute non-specific low back pain. *Cochrane Database Syst Rev* 2016 ; 2 : CD012085.

Maddali-Bongi S, Del Rosso A, Galluccio F, *et al.* Efficacy of connective tissue massage and McMennell joint manipulation in the rehabilitative treatment of the hands in systemic sclerosis. *Clin Rheumatol* 2009 ; 28 : 1167-73.

Maddali-Bongi S, Del Rosso A, Passalacqua M, *et al.* Manual lymph drainage improving upper extremity edema and hand function in patients with systemic sclerosis in edematous phase. *Arthritis Care Res (Hoboken)* 2011a ; 63 : 1134-41.

Maddali-Bongi S, Landi G, Galluccio F, *et al.* The rehabilitation of facial involvement in systemic sclerosis: efficacy of the combination of connective tissue massage, Kabat's technique and kinesitherapy: a randomized controlled trial. *Rheumatol Int* 2011b ; 31 : 895-901.

Mayer TG, Gatchel RJ, Kishino N, *et al.* Objective assessment of spine function following industrial injury. A prospective study with comparison group and one-year follow-up. *Spine (Phila Pa 1976)* 1985 ; 10 : 482-93.

Mayer TG, Gatchel RJ, Mayer H, *et al.* A prospective two-year study of functional restoration in industrial low back injury. An objective assessment procedure. *JAMA* 1987 ; 258 : 1763-7.

Mcalindon TE, Bannuru RR, Sullivan MC, *et al.* OARSI guidelines for the non-surgical management of knee osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage* 2014 ; 22 : 363-88.

Mirovsky Y, Grober A, Blankstein A, *et al.* The effect of ambulatory lumbar traction combined with treadmill on patients with chronic low back pain. *J Back Musculoskelet Rehabil* 2006 ; 19 : 73-8.

Munters LA, Loell IM, Raouf J, *et al.* A randomized controlled, clinical, histological and mRNA profiling pilot study of endurance exercise in myositis. *Arthritis Rheum* 2013 ; 65 (suppl 10) : 1779.

Murray CJ, Richards MA, Newton JN, *et al.* UK health performance: findings of the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet* 2013 ; 381 : 997-1020.

Nambi GS, Inbasekaran D, Khuman R, *et al.* Changes in pain intensity and health related quality of life with Iyengar yoga in nonspecific chronic low back pain: a randomized controlled study. *Int J Yoga* 2014 ; 7 : 48-53.

Nelson AE, Allen KD, Golightly YM, *et al.* A systematic review of recommendations and guidelines for the management of osteoarthritis: The chronic osteoarthritis management initiative of the US bone and joint initiative. *Semin Arthritis Rheum* 2014 ; 43 : 701-12.

Nord T, Kornerup U, Gronlund P, *et al.* Exercise reduced the need for operation in lumbar spinal stenosis. Circulatory load in the form of cycling gave good effect. *Lakartidningen* 2015 ; 112 : pii : C7XP.

O'connor SR, Tully MA, Ryan B, *et al.* Walking exercise for chronic musculoskeletal pain: systematic review and meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil* 2015 ; 96 : 724-34 e3.

Oesch P, Kool J, Hagen KB, *et al.* Effectiveness of exercise on work disability in patients with non-acute non-specific low back pain: systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *J Rehabil Med* 2010 ; 42 : 193-205.

Østerås N, Kjekken I, Smedslund G, *et al.* Exercise for hand osteoarthritis. *Cochrane Database Syst Rev* 2017 ; 1 : CD010388.

Palazzo C, Ravaud JF, Papelard A, *et al.* The burden of musculoskeletal conditions. *PLoS One* 2014 ; 9 : e90633.

Palazzo C, Ravaud JF, Trinquart L, *et al.* Respective contribution of chronic conditions to disability in France: results from the national disability-health survey. *PLoS One* 2012 ; 7 : e44994.

Pengel LH, Herbert RD, Maher CG, *et al.* Acute low back pain: systematic review of its prognosis. *BMJ* 2003 ; 327 : 323.

Poiraudeau S, Rannou F, Revel M. Functional restoration programs for low back pain: a systematic review. *Ann Readapt Med Phys* 2007 ; 50 : 425-9, 419-24.

Pua YH, Cai CC, Lim KC. Treadmill walking with body weight support is no more effective than cycling when added to an exercise program for lumbar spinal stenosis: a randomised controlled trial. *Aust J Physiother* 2007 ; 53 : 83-9.

Qaseem A, Wilt TJ, Mclean RM, *et al.* Noninvasive treatments for acute, subacute, and chronic low back pain: a clinical practice guideline from the American college of physicians. *Ann Intern Med* 2017 : 166 : 514-30.

Qing GM. Study on the curative effective of Taiji boxing in treatment of lumbar disc herniation. *Mod Prevent Med* 2012 ; 39 : 4170-2.

Ramsey-Goldman R, Schilling EM, Dunlop D, *et al.* A pilot study on the effects of exercise in patients with systemic lupus erythematosus. *Arthritis Care Res* 2000 ; 13 : 262-9.

Rannou F, Boutron I, Mouthon L, *et al.* A personalized physical therapy program or usual care for patients with systemic sclerosis: a randomized controlled trial. *Arthritis Care Res (Hoboken)* 2016 ; <https://doi.org/10.1002/acr.23098>.

Rannou F, Poiraudeau S. Non-pharmacological approaches for the treatment of osteoarthritis. *Best Pract Res Clin Rheumatol* 2010 ; 24 : 93-106.

Rannou F, Poiraudeau S, Bérezné A, *et al.* Assessing disability and quality of life in systemic sclerosis: construct validities of the Cochin hand function scale, health assessment questionnaire (HAQ), systemic sclerosis HAQ, and medical outcomes study 36-item short form health survey. *Arthritis Rheum* 2007 ; 57 : 94-102.

Regnaux JP, Lefèvre-Colau MM, Palazzo C, *et al.* Exercise therapy for ankylosing spondylitis. *Cochrane Database Syst Rev* à paraître.

Regnaux JP, Lefèvre-Colau MM, Trinquart L, *et al.* High-intensity versus low-intensity physical activity or exercise in people with hip or knee osteoarthritis. *Cochrane Database Syst Rev* 2015 ; 10 : CD010203.

Rogers MW, Wilder FV. Exercise and hand osteoarthritis symptomatology: a controlled crossover trial. *J Hand Ther* 2009 ; 22 : 10-7 ; discussion 9-20 ; quiz 18.

Saragiotto BT, Maher CG, Yamato TP, *et al.* Motor control exercise for chronic non-specific low-back pain. *Cochrane Database Syst Rev* 2016 ; 1 : CD012004.

Schonstein E, Kenny DT, Keating J, *et al.* Work conditioning, work hardening and functional restoration for workers with back and neck pain. *Cochrane Database Syst Rev* 2003 ; 1 : CD001822.

Schouffoer AA, Ninaber MK, Beart-Van De Voorde LJ, *et al.* Randomized comparison of a multidisciplinary team care program with usual care in patients with systemic sclerosis. *Arthritis Care Res (Hoboken)* 2011 ; 63 : 909-17.

Sherman KJ, Cherkin DC, Erro J, *et al.* Comparing yoga, exercise, and a self-care book for chronic low back pain: a randomized, controlled trial. *Ann Intern Med* 2005 ; 143 : 849-56.

Sherman KJ, Cherkin DC, Wellman RD, *et al.* A randomized trial comparing yoga, stretching, and a self-care book for chronic low back pain. *Arch Intern Med* 2011 ; 171 : 2019-26.

Smidt N, De Vet HC, Bouter LM, *et al.* Effectiveness of exercise therapy: a best-evidence summary of systematic reviews. *Aust J Physiother* 2005 ; 51 : 71-85.

Song H, Gao L. A study on effect of Taijiquan on lumbar disc protrusion. *J Beijing Spt Univ* 2008 ; 3 : 627-9.

Stamm TA, Machold KP, Smolen JS, *et al.* Joint protection and home hand exercises improve hand function in patients with hand osteoarthritis: a randomized controlled trial. *Arthritis Rheum* 2002 ; 47 : 44-9.

Svege I, Nordsletten L, Fernandes L, *et al.* Exercise therapy may postpone total hip replacement surgery in patients with hip osteoarthritis: a long-term follow-up of a randomised trial. *Ann Rheum Dis* 2015 ; 74 : 164-9.

Tan SS, Teirlinck CH, Dekker J, *et al.* Cost-utility of exercise therapy in patients with hip osteoarthritis in primary care. *Osteoarthritis Cartilage* 2016 ; 24 : 581-8.

Taylor NF, Evans OM, Goldie PA. The effect of walking faster on people with acute low back pain. *Eur Spine J* 2003 ; 12 : 166-72.

Tekur P, Nagarathna R, Chametcha S, *et al.* A comprehensive yoga programs improves pain, anxiety and depression in chronic low back pain patients more than exercise: an RCT. *Complement Ther Med* 2012 ; 20 : 107-18.

Tench C, Bentley D, Vleck V, *et al.* Aerobic fitness, fatigue, and physical disability in systemic lupus erythematosus. *J Rheumatol* 2002 ; 29 : 474-81.

Tench CM, Mccarthy J, Mccurdie I, *et al.* Fatigue in systemic lupus erythematosus: a randomized controlled trial of exercise. *Rheumatology (Oxford)* 2003 ; 42 : 1050-4.

Tiffreau V, Rannou F, Kopciuch F, *et al.* Post-rehabilitation functional improvements in patients with inflammatory myopathies: the results of a randomized, controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2017 ; 98 : 227-34.

Tomkins-Lane C, Melloh M, Lurie J, *et al.* ISSLS prize winner: consensus on the clinical diagnosis of lumbar spinal stenosis: results of an International Delphi study. *Spine (Phila Pa 1976)* 2016 ; 41 : 1239-46.

Tomkins CC, Dimoff KH, Forman HS, *et al.* Physical therapy treatment options for lumbar spinal stenosis. *J Back Musculoskelet Rehabil* 2010 ; 23 : 31-7.

Torstensen TA, Ljunggren AE, Meen HD, *et al.* Efficiency and costs of medical exercise therapy, conventional physiotherapy, and self-exercise in patients with

chronic low back pain. A pragmatic, randomized, single-blinded, controlled trial with 1-year follow-up. *Spine (Phila Pa 1976)* 1998 ; 23 : 2616-24.

Uthman OA, Van Der Windt DA, Jordan JL, *et al.* Exercise for lower limb osteoarthritis: systematic review incorporating trial sequential analysis and network meta-analysis. *BMJ* 2013 ; 347 : f5555.

Van Den Berg R, Baraliakos X, Braun J, *et al.* First update of the current evidence for the management of ankylosing spondylitis with non-pharmacological treatment and non-biologic drugs: a systematic literature review for the ASAS/EULAR management recommendations in ankylosing spondylitis. *Rheumatology (Oxford)* 2012 ; 51 : 1388-96.

Van Middelkoop M, Rubinstein SM, Verhagen AP, *et al.* Exercise therapy for chronic nonspecific low-back pain. *Best Pract Res Clin Rheumatol* 2010 ; 24 : 193-204.

Varju C, Petho E, Kutas R, *et al.* The effect of physical exercise following acute disease exacerbation in patients with dermato/polymyositis. *Clin Rehabil* 2003 ; 17 : 83-7.

Verhagen AP, Bierma-Zeinstra SM, Boers M, *et al.* Balneotherapy (or spa therapy) for rheumatoid arthritis. *Cochrane Database Syst Rev* 2015 ; 4 : CD000518.

Vignon E, Valat JP, Rossignol M, *et al.* Osteoarthritis of the knee and hip and activity: a systematic international review and synthesis (OASIS). *Joint Bone Spine* 2006 ; 73 : 442-55.

Von Korff M, Saunders K. The course of back pain in primary care. *Spine (Phila Pa 1976)* 1996 ; 21 : 2833-7 ; discussion 8-9.

Waddell G. Simple low back pain: rest or active exercise? *Ann Rheum Dis* 1993 ; 52 : 317-9.

Wajon A, Ada L. No difference between two splint and exercise regimens for people with osteoarthritis of the thumb: a randomised controlled trial. *Aust J Physiother* 2005 ; 51 : 245-9.

Wang SY, Olson-Kellogg B, Shamliyan TA, *et al.* Physical therapy interventions for knee pain secondary to osteoarthritis: a systematic review. *Ann Intern Med* 2012 ; 157 : 632-44.

Whitman JM, Flynn TW, Childs JD, *et al.* A comparison between two physical therapy treatment programs for patients with lumbar spinal stenosis: a randomized clinical trial. *Spine (Phila Pa 1976)* 2006 ; 31 : 2541-9.

Wieland LS, Skoetz N, Pilkington K, *et al.* Yoga treatment for chronic non-specific low back pain. *Cochrane Database Syst Rev* 2017 ; 1 : CD010671.

Wiesinger GF, Quittan M, Aringer M, *et al.* Improvement of physical fitness and muscle strength in polymyositis/dermatomyositis patients by a training programme. *Br J Rheumatol* 1998 ; 37 : 196-200.

Williams K, Abildso C, Steinberg L, *et al.* Evaluation of the effectiveness and efficacy of Iyengar yoga therapy on chronic low back pain. *Spine (Phila Pa 1976)* 2009 ; 34 : 2066-76.

Yamato TP, Maher CG, Saragiotto BT, *et al.* Pilates for low back pain. *Cochrane Database Syst Rev* 2015 ; 7 : CD010265.

Yuen HK, Marlow NM, Reed SG, *et al.* Effect of orofacial exercises on oral aperture in adults with systemic sclerosis. *Disabil Rehabil* 2012 ; 34 : 84-9.

Yuen HK, Weng Y, Bandyopadhyay D, *et al.* Effect of a multi-faceted intervention on gingival health among adults with systemic sclerosis. *Clin Exp Rheumatol* 2011 ; 29 : S26-32.

Zhang W, Doherty M, Leeb BF, *et al.* EULAR evidence based recommendations for the management of hand osteoarthritis: report of a task force of the EULAR standing committee for international clinical studies including therapeutics (ESCISIT). *Ann Rheum Dis* 2007 ; 66 : 377-88.

16

Cancers

Grâce aux progrès thérapeutiques, la survie relative à 5 ans après un cancer, tous cancers confondus, se situe aujourd'hui entre 50 et 60 % (Inca et coll., 2010). Cependant, les effets secondaires à court, moyen et long termes, variables en fonction du type de cancer, de l'évolution de la maladie et des traitements, sont nombreux et conduisent à une altération de l'état général et de la qualité de vie des patients. Un déconditionnement physique et psychosocial associé à une altération des capacités cardiorespiratoires et une diminution de la force et de la masse musculaires (sarcopénie), sont couramment observés, indépendamment du stade de la maladie et de l'état nutritionnel (Lakoski et coll., 2012 ; Siegel et coll., 2012). Les mécanismes sous-jacents restent à préciser, mais impliquent entre autres des processus inflammatoires systémiques et métaboliques (Siegel et coll., 2012 ; Lakoski et coll., 2012 ; Christensen et coll., 2014). D'origine multifactorielle, le déconditionnement est une conséquence des processus néoplasiques, des traitements, notamment de la chimiothérapie, et de la baisse fréquente de l'activité physique. Il se trouve aggravé par l'existence de comorbidités cardiovasculaires ou métaboliques (diabète de type 2, obésité), présentes selon les études, chez 30 à 80 % des patients (Christensen et coll., 2014). Le déconditionnement cardiorespiratoire, l'altération du fonctionnement musculaire et la sarcopénie constituent des facteurs de mauvais pronostic et sont associés à une augmentation des effets secondaires, une moindre efficacité des traitements et une diminution significative de la survie globale des tumeurs solides, indépendamment du stade au diagnostic (Christensen et coll., 2014 ; Shachar et coll., 2016). Le déconditionnement est à l'origine d'une fatigue invalidante, d'une diminution de la qualité de vie et d'une intolérance à l'exercice (Siegel et coll., 2012 ; Burnett et coll., 2013 ; Christensen et coll., 2014 ; Inca, 2017).

La fatigue, dans toutes ses dimensions, physique, cognitive et émotionnelle, est l'effet secondaire le plus fréquent de la maladie. Elle est retrouvée chez 28 à 90 % des patients, et 80 à 90 % de ceux recevant une chimiothérapie ou une radiothérapie. Chez de nombreux patients, la fatigue persiste jusqu'à plusieurs années après la maladie (Siegel et coll., 2012). Elle est fréquemment

associée à la dépression, une diminution de la qualité de vie et de la qualité du sommeil, ainsi qu'à la douleur (de Jong et coll., 2002). La baisse fréquente de l'activité physique (Kwan et coll., 2012 ; Foucaut, 2013 ; Van Blarigan et Meyerhardt, 2015 ; Fassier et coll., 2016), et l'existence d'une sédentarité, plus importante qu'en population générale (Kim et coll., 2013b) peuvent conduire le patient vers un cercle vicieux d'aggravation du déconditionnement physique et augmenter la fatigue (Inca, 2017). Par ailleurs, la sédentarité, facteur de risque de certains cancers, indépendant de l'activité physique, pourrait également avoir un impact sur la santé des patients après un cancer (Lynch, 2010 ; Lynch et coll., 2013 ; Vallance et coll., 2014 ; Nelson et coll., 2016).

De très nombreuses études prospectives, essais randomisés et méta-analyses ont étudié l'activité physique chez les patients atteints de cancer et montrent un ratio bénéfice-risque favorable de l'activité physique sur les conséquences de la maladie et effets secondaires des traitements (figure 16.1). La plupart des études a porté sur les cancers du sein, du côlon et de la prostate, et la grande majorité s'est intéressée aux personnes atteintes de cancer à un stade précoce. Les études ont évalué l'effet de l'activité physique pendant et après la fin des traitements. Peu de travaux ont porté sur l'impact de l'activité physique en situation néo-adjuvante ou chez des personnes atteintes de cancer à un stade avancé.

En 2017, l'Institut national du Cancer (INCa) a publié un état des lieux des connaissances concernant les « Bénéfices de l'Activité physique pendant et après un cancer » (Inca, 2017). Le présent chapitre a pris en compte les conclusions de cette expertise, tout en étudiant davantage l'effet de l'activité physique sur les effets secondaires et conséquences des traitements.

Malgré les résultats convergents en faveur d'un ratio bénéfice-risque largement favorable de l'activité physique chez les patients atteints de cancer, on constate une grande hétérogénéité des études, en ce qui concerne les objectifs et effets étudiés ; les situations cliniques (types et stades de cancer, traitements) ; les programmes d'activité physique étudiés (intensité, durée, fréquence, type d'activité physique, type et durée du programme) ; la période de la pratique (avant, pendant ou après les traitements) ; les outils utilisés pour l'évaluation de l'activité physique et de l'effet ; la qualité des études (Inca, 2017). L'hétérogénéité des études rend certaines comparaisons difficiles et pourrait contribuer à une éventuelle sous-estimation des effets de l'activité physique. Ainsi, le recrutement basé sur le volontariat, aurait pu conduire à un recrutement de patients plus actifs, et peu d'études ont sélectionné ou stratifié les patients en fonction du niveau d'activité physique de départ. Dennett et coll. (2016) dans une méta-analyse de 42 essais



Figure 16.1 : Principaux effets bénéfiques de l'activité physique, pendant et après un cancer, sur les effets de la maladie et des traitements. ^A niveau de preuve A ; ^B niveau de preuve B ; ^C niveau de preuve C (Les niveaux de preuve sont établis selon les recommandations de la Haute Autorité de santé)

randomisés, notent un taux d'inclusion médian de 63 % des patients éligibles. Très peu d'études ont rapporté les caractéristiques des non-participants (âge, niveau d'activité physique, caractéristiques socioéconomiques) et les raisons de non-participation, ce qui rend difficile d'apprécier l'existence d'un biais de sélection pouvant être à l'origine d'une sur- ou sous-estimation de l'effet (Dennett et coll., 2016). Un manque de puissance, notamment pour les effets de l'activité physique évalués en tant qu'objectif secondaire, a également pu contribuer à une sous-estimation dans certaines études. Enfin, l'augmentation de l'activité physique chez les patients du groupe contrôle a pu impacter les résultats de certaines études, mais peu d'informations sont disponibles pour apprécier un éventuel biais de contamination. Enfin, on note, pour grand nombre d'études, l'absence de progressivité du niveau

d'activité physique dans le protocole d'entraînement (Campbell et coll., 2012 ; Sasso et coll., 2015).

Nous revoyons dans le présent chapitre les données de la littérature relatives à l'impact de l'activité physique sur le déconditionnement physique et la composition corporelle, la fatigue, les effets secondaires des traitements, la qualité de vie et la survie des patients atteints de cancer. Nous analysons ensuite les effets secondaires et contre-indications relatives à l'activité physique, et aborderons les indications spécifiques de l'activité physique en fonction des étapes de la maladie et de sa prise en charge.

Impact de l'activité physique sur le déconditionnement physique et la composition corporelle

De nombreuses méta-analyses et revues systématiques ont évalué l'effet de l'activité physique structurée sur le déconditionnement cardiorespiratoire et musculaire, ainsi que la composition corporelle.

Capacités aérobies

Malgré la grande hétérogénéité des programmes d'activité physique ayant évalué les effets sur les capacités cardiorespiratoires (type de cancer, traitements, taille des effectifs, durée de suivi, type d'exercices, fréquence, durées, méthodes d'évaluation et de mesure des capacités cardiorespiratoires), les études montrent de façon convergente une amélioration des capacités cardiorespiratoires et fonctionnelles, aussi bien pendant qu'après les traitements (Inca, 2017). Nous reportons ici les principales méta-analyses sur le sujet.

La méta-analyse de Speck et coll. (2010) incluant 66 essais randomisés (83 % de femmes atteintes de cancer du sein) ayant évalué la mise en œuvre d'un programme d'activité physique au cours (40 %) ou dans les suites du traitement (programmes de 5 semaines en moyenne, 80 % activité physique de type aérobie seule ou combinée, d'une intensité modérée à intense¹¹³), montre une amélioration modérée, mais significative des capacités cardiorespiratoires pendant les traitements (17 études, taille de l'effet moyennes pondérées 0,33 ; IC 95 % [0,08-0,57], $p = 0,009$, $I^2 = 73$ %) et après les traitements (14 études, taille de l'effet moyennes pondérées 0,32 ; IC 95 %

113. Dans cet article, intensité modérée à intense est définie comme une activité physique aérobie qui débute à 40 % de la fréquence cardiaque de réserve ou une activité en résistance qui débute à 60 % d'une répétition maximum ; pour une discussion sur les définitions de l'intensité de l'exercice, voir le chapitre « Notions préalables ».

[0,036-0,59], $p = 0,03$, $I^2 = 65,6\%$) (Speck et coll., 2010). Le suivi et les modalités d'évaluation ne sont pas précisés.

Une autre méta-analyse de 6 essais randomisés (dont 3 concernant le cancer du sein) incluant au total 571 patients (âge moyen de 49 à 66 ans selon les études) ayant mesuré directement les capacités cardiorespiratoires par le pic de consommation maximale d'oxygène ($\dot{V}O_{2pic}$), rapporte une amélioration de la $\dot{V}O_{2pic}$ (+ 2,9 mL.min⁻¹.kg⁻¹; IC 95 % [1,16-4,64]) dans les groupes d'intervention, tandis que les valeurs de $\dot{V}O_{2pic}$ baissent chez les patients du groupe sans intervention (en moyenne de -1,02 mL.min⁻¹.kg⁻¹ (IC 95 % [-1,46 -0,58])) (Jones et coll., 2011). L'hétérogénéité des études ne permet pas d'identifier l'influence du type d'exercice sur les réponses physiologiques. À noter que l'amélioration de $\dot{V}O_{2pic}$ est plus importante pour l'activité physique après traitement que pendant les traitements (3,36 mL.min⁻¹.kg⁻¹ versus 1,21 mL.min⁻¹.kg⁻¹) ($p < 0,001$).

La méta-analyse de Fong et coll. (2012) de 34 essais randomisés (âge moyen 55 ans [39-74]), ayant évalué l'activité physique de type aérobie (86 %) ou combinée à du renforcement musculaire (14 %), rapporte une amélioration significative de la fonction cardiorespiratoire, des performances aérobies (7 essais, $\dot{V}O_{2pic}$ 2,2 mL.min⁻¹.kg⁻¹ (IC 95 % [1,0-3,4]; $p < 0,01$, $I^2 = 18\%$)), du pic de puissance mesuré sur l'ergomètre (3 essais P_{pic} 21,0 W (IC 95 % [13,0-29,1]; $p < 0,01$, $I^2 = 0\%$)) et de la distance de marche (5 essais, test de marche 6 minutes (29 m (IC 95 % [4-55]; $p < 0,03$, $I^2 = 20\%$)) pour des programmes d'activité physique après traitement (durée moyenne 13 semaines [3-60]). L'ensemble de ces données concerne des patientes atteintes de cancer du sein. Seulement 13 études décrivent l'intensité des exercices (11 études appliquent un programme d'activité physique d'intensité modérée, et deux d'intensité élevée) (Fong et coll., 2012).

Une revue *Cochrane* (Mishra et coll., 2012b) de 56 essais randomisés (4 826 patients atteints de différents types de cancer, âge moyen dans les études entre 40 et 71 ans) a évalué les effets d'un programme d'activité physique sur différentes composantes, dont les capacités fonctionnelles (mesures principalement par questionnaire ou parfois combinées à des tests de performances) pour des intensités d'exercices physiques modérées à élevées. Les auteurs rapportent une amélioration des capacités fonctionnelles à 12 semaines (8 études, 540 patients, différence moyenne standardisée (DMS) 0,69; IC 95 % [0,16-1,22]) ou à 6 mois (4 études, 305 patients, DMS 0,28; IC 95 % [0,00-0,55]).

Une méta-analyse de 15 essais randomisés (1 135 patients atteints de cancer de la prostate de 50 à 80 ans), dont 4 (261 patients) ayant évalué les effets

d'un programme d'activité physique sur le $\dot{V}O_2\text{pic}$, rapportent une amélioration significative du $\dot{V}O_2\text{pic}$ après un suivi de plus de 6 mois (DMS 0,59 ; IC 95 % [0,16-1,03] ; $p = 0,007$, $I^2 = 0\%$) (Yunfeng et coll., 2017).

Une méta-analyse de trois essais incluant 178 patients ayant subi une résection pulmonaire pour cancer du poumon (âge moyen entre 63 et 65 ans, 63 % hommes) montre qu'un programme d'entraînement améliore les capacités aérobies, évalués par le test de marche de 6 minutes (+ 50 m ; IC 95 % [15-85]) (Cavalheri et coll., 2014). En revanche, les deux essais ayant évalué l'impact sur la fonction pulmonaire, ne retrouvent pas de différence significative.

La méta-analyse de Kim et coll. (2009) incluant 10 essais randomisés (588 femmes atteintes de cancer du sein ; $51,1 \pm 4,6$ ans), montre qu'un programme d'activité physique améliore significativement le $\dot{V}O_2\text{pic}$ (3 essais ; DMS 0,92 L/min ; IC 95 % [0,37-1,47] ; $p < 0,001$) et la distance de marche (3 essais ; DMS 0,50 m ; IC 95 % [0,20-0,80] ; $p < 0,001$) (Kim et coll., 2009).

Une méta-analyse *Cochrane* (Furmaniak et coll., 2016), mise à jour de la méta-analyse de Markes (Markes et coll., 2006) de 32 essais randomisés évaluant l'effet de l'activité physique pendant les traitements (néo)adjuvants (radiothérapie, chimiothérapie) chez des femmes atteintes de cancer du sein, montre sur la base de 15 essais (1 310 femmes, suivi 18 semaines à 6 mois) une amélioration significative de la capacité cardiorespiratoire (différence moyenne standardisée DMS 0,42 ; IC 95 % [0,25-0,59] ; $p < 0,00001$, $I^2 = 49\%$), évaluée par le $\dot{V}O_2\text{pic}$ (12 études) et/ou la distance de marche (8 études).

Une amélioration des capacités fonctionnelles chez des patients atteints de cancer ORL a été suggérée dans la revue systématique de Capozzi et coll. (2016), mais les données sont limitées (Capozzi et coll., 2016).

En situation de cancer avancé, la revue systématique de Dittus et coll. (2017) de 26 études avec des méthodologies et populations hétérogènes, suggère que l'activité physique, chez des personnes atteintes d'un cancer avancé, permet de maintenir ou d'améliorer la capacité aérobie, évaluée par le $\dot{V}O_2\text{pic}$ et/ou la distance de marche : 14 études sur 19 (74 %) montrent une amélioration significative et les 5 restantes un maintien (Dittus et coll., 2017).

En résumé, les méta-analyses d'essais randomisés montrent une amélioration des capacités cardiorespiratoires ($\dot{V}O_2\text{pic}$ ou distance de marche) associée à l'activité physique supervisée (niveau de preuve A). L'impact de l'activité physique a surtout été étudié pour des patients atteints de cancer du sein (Kim

et coll., 2009 ; Furmaniak et coll., 2016) et de la prostate (Yunfeng et coll., 2017). L'amélioration des capacités cardiorespiratoires a été montrée lorsque le programme d'activité physique est initié au début de la chimiothérapie, dès la fin des traitements, ou à distance de ceux-ci (niveau de preuve A).

Plusieurs études et méta-analyses ont montré une corrélation significative entre la distance de marche, évaluée par le test de marche de 6 minutes, le $\dot{V}O_{2pic}$ et la perception de la forme physique par les patients atteints de cancer (évalué par le questionnaire de type SF-36 le plus souvent) (Speck et coll., 2010 ; Schmidt et coll., 2013). Le test de marche de 6 minutes peut donc *a priori* être utilisé pour évaluer la capacité aérobie d'un patient atteint de cancer. La différence minimale considérée comme cliniquement importante chez les patients atteints de cancer est de 25 m (Fong et coll., 2012). L'amélioration du $\dot{V}O_{2pic}$ couramment observée varie de 1,7 à 3,4 mL.min⁻¹.kg⁻¹, soit approximativement de 8 à 12 % des valeurs initiales, et ce pour des programmes de six à huit semaines. Dans le même temps, les données montrent, de façon convergente, une baisse des valeurs de $\dot{V}O_{2pic}$ chez les patients des groupes contrôle. Pendant les traitements, l'activité physique peut donc prévenir une baisse des capacités aérobie, et améliorer de façon significative le $\dot{V}O_{2pic}$. Les programmes d'intensité modérée et élevée ont permis d'obtenir des résultats positifs. Cependant, plus la période d'observation est prolongée, moins les effets de l'activité physique sur l'augmentation des valeurs de $\dot{V}O_{2pic}$ sont marqués (Yu et Jones, 2016). L'absence d'adaptation et de progressivité de l'intensité de l'exercice au cours du programme pourrait expliquer ces observations (Sasso et coll., 2015). Cela souligne l'importance de l'observance et de l'ajustement de l'intensité des exercices dans le temps (Sasso et coll., 2015 ; Inca, 2017). Aussi, les modalités et déterminants de l'activité physique au-delà des programmes supervisés initiaux restent à déterminer (Kampshoff et coll., 2014). En situation de cancer avancé, l'activité physique permet d'améliorer ou maintenir les capacités cardiorespiratoires. Il semblerait qu'il y ait un effet de l'intensité des exercices sur l'augmentation des capacités cardiorespiratoires et leur maintien dans le temps (Inca, 2017).

Masse et force musculaires

Les patients atteints de cancer ont un risque accru de perte de la masse et de la force musculaires, par deux mécanismes distincts : la sarcopénie, définie comme la diminution de la masse musculaire, de la force et de la fonction musculaires associée à l'âge ; et la cachexie (cf. ci-dessous), conséquence des modifications métaboliques associées au processus tumoral et aux traitements.

À noter que la perte de la force musculaire n'est pas seulement une conséquence de l'atrophie musculaire, mais résulte également d'un dysfonctionnement contractile significatif (Roberts et coll., 2013). Une moindre force musculaire est associée à une mortalité spécifique accrue après cancer (Dankel et coll., 2018). La sarcopénie et le syndrome cachectique concernent respectivement 15 à 50 % et 25 à 80 % des patients atteints de cancer et peuvent être présents simultanément (Argiles et coll., 2014 ; Peterson et Mozer, 2017).

La méta-analyse de Speck montre une amélioration significative de la force musculaire liée à l'activité physique pendant les traitements (haut du corps, 8 essais, effet moyennes pondérées 0,39 (IC 95 % [0,12-0,65], $p = 0,005$, $I^2 = 57,7$ %) ; bas du corps, 7 essais, effet moyennes pondérées 0,24 (IC 95 % [0,07-0,41], $p = 0,006$, $I^2 = 0$ %)) et après les traitements (haut du corps : 6 essais, effet moyennes pondérées 0,99 (IC 95 % [0,67-1,32], $p = 0,0001$, $I^2 = 14,6$ %) ; bas du corps : 7 essais, effet moyennes pondérées 0,90 (IC 95 % [0,12-1,68], $p = 0,024$, $I^2 = 80,9$ %)). En revanche, il n'y a pas d'augmentation significative de la masse maigre dans les 5 études ayant évalué ce paramètre pendant les traitements (5 essais) et après (5 essais), bien que certaines études montraient individuellement une amélioration significative. Ceci suggère une amélioration de la qualité musculaire, c'est-à-dire de la force développée par kg de muscle (Speck et coll., 2010).

La méta-analyse de Fong et coll. (2012) ne retrouve pas d'impact de l'activité physique sur la masse musculaire (Fong et coll., 2012) (évalué dans 7 essais de patientes atteintes de cancer du sein, $I^2 = 0$ %). L'étude rapporte en revanche une amélioration significative de la force musculaire, évaluée par différents tests (poids de la presse de banc (muscles de l'épaule, pectoraux, biceps) (6 kg ; IC 95 % [4-8], $p < 0,01$) et poids de la presse à cuisses (19 kg ; IC 95 % [9-28], $p < 0,01$), force de préhension des mains et avant-bras (3,5 kg ; IC 95 % [0,3-6,7], $p < 0,001$) dans 5 essais ($I^2 = 54-71$ %)). L'amélioration de la force de préhension des mains et avant-bras droits (évaluée par le test de serrage *grip test*) n'est pas jugée cliniquement pertinente. La revue de Stene et coll. (2013) de 16 essais randomisés a évalué l'activité physique de type aérobie, renforcement musculaire ou combiné, chez des patients en cours de traitement (cancers du sein, de la prostate et du côlon, hémopathies malignes). Seules six études (cancer du sein, prostate, pathologies hématologiques) ont étudié la masse musculaire et ont montré un maintien de cette masse musculaire chez les patients bénéficiant du programme d'activité physique, par rapport aux patients sans activité physique. Quatorze essais ont évalué la force musculaire. Respectivement 5, 3 et 7 essais rapportent une amélioration de la force musculaire avec de l'activité physique aérobie, de renforcement musculaire ou combinée (Stene et coll., 2013).

La méta-analyse de Kim et coll. (2009) incluant 10 essais randomisés (588 femmes atteintes de cancer du sein ; $51,1 \pm 4,6$ ans), ne décrit pas d'amélioration significative de la masse musculaire (3 essais, 80 patientes) (Kim et coll., 2009).

La méta-analyse de Bourke et coll. (2013) retrouve une amélioration de la force musculaire (évaluée dans 3 essais, 91 patients) (DMS 0,51 ; IC 95 % [0,09-0,93]) (Bourke et coll., 2013).

La méta-analyse de Strasser et coll. (2013) ayant inclus 11 essais randomisés rapporte un bénéfice significatif de l'activité physique de renforcement sur la force musculaire des membres inférieurs et supérieurs, pendant ou après le traitement (différence moyenne pondérée + 14,6 kg, $p = 0,0005$ et + 6,9 kg, $p < 0,00001$, respectivement) et des effets modérés sur la masse musculaire évaluée par DEXA¹¹⁴ (différence moyenne pondérée + 1,1 kg, $p < 0,0001$) (Strasser et coll., 2013).

Enfin, une étude randomisée (Adams et coll., 2016) a évalué chez 200 patientes atteintes de cancer du sein localisé de façon spécifique, l'effet d'une intervention d'activité physique pendant la chimiothérapie adjuvante sur la sarcopénie (rapport masse maigre (évaluée par DEXA) en kg/taille en m^2 , - 1 à 2 DS par rapport à la moyenne pour l'âge et le sexe) et la force musculaire (poids levé (kg)/masse corporelle (kg), - 1 à 2 DS par rapport à la moyenne pour l'âge et le sexe). Pour les exercices de renforcement (66 patientes), les résultats montrent une amélioration significative de la sarcopénie ($0,32 \text{ kg}/m^2$, $p = 0,017$) et de la force musculaire des membres supérieurs ($0,12 \text{ kg}$ de poids soulevé/kg de masse corporelle ; $p < 0,001$) et inférieurs ($0,27 \text{ kg}$ de poids soulevé/kg de masse corporelle ; $p < 0,001$). L'activité physique de renforcement est également supérieure comparativement aux groupes « soins courants » (70 patientes) et « activité physique aérobie » (64 patientes) réunis, pour la sarcopénie ($p = 0,039$) et la force musculaire ($p = 0,019$).

En résumé, prévenir la perte de masse et de fonction musculaires pendant les traitements du cancer peut aider à maintenir les activités de la vie quotidienne, et ainsi la qualité de vie des patients (Inca, 2017). L'activité physique de renforcement pendant et dans les suites des traitements améliore la force des groupes musculaires sollicités (Niveau de preuve A). Les résultats en termes d'impact sur la masse musculaire sont hétérogènes (Niveau de preuve C). Ce paramètre a été évalué dans un plus petit nombre d'études, et la plupart d'entre elles avaient un suivi à court terme. L'hétérogénéité

114. Absorptiométrie biphotonique à rayons X (*Dual x-ray absorptiometry*, DEXA).

peut résulter en partie de la technique de mesure de la masse musculaire qui n'est pas facile à évaluer en pratique courante. L'activité physique aérobie semble avoir des effets moins complets sur les qualités du muscle. Les données de la littérature relatives aux pratiques d'entraînement chez les personnes indemnes de cancer, suggèrent que la pratique d'activités aérobies (avec les activités de renforcement musculaire) peut atténuer l'augmentation de la masse musculaire, mais les mécanismes de cet effet « d'interférence » ne sont pas connus (Coffey et Hawley, 2017).

Enfin, il manque des études chez des patients à des stades avancés et/ou ayant une pathologie hématologique avec greffe et recevant de fortes doses de chimiothérapie associées à une fonte musculaire.

Cachexie

Le syndrome cachectique concerne plus particulièrement les patients atteints de cancers ORL, bronchopulmonaire, gastrique, hépatocellulaire ou pancréatique (Porporato, 2016). Le syndrome cachectique, conséquence du processus tumoral et des traitements, est un facteur de mauvais pronostic et est associé à une mortalité augmentée (Shachar et coll., 2016). Différentes modifications métaboliques contribuent à la perte de la masse musculaire associée à la cachexie cancéreuse et contribuent à cette perte musculaire (anomalies dans la synthèse et dégradation (protéolyse) des protéines et du métabolisme des acides aminés (transport et oxydation) ; augmentation de l'apoptose et diminution de la capacité de régénération) (Argiles et coll., 2014). Le syndrome cachectique est responsable d'une diminution de l'activité physique, d'une augmentation de la fatigue, et est associé à une augmentation des effets indésirables et une moindre efficacité des traitements (Inca, 2017).

Malgré un rationnel scientifique et des données expérimentales suggérant un bénéfice de l'activité physique dans la gestion de la cachexie (voir chapitre « Mécanismes moléculaires du déconditionnement musculaire et des adaptations musculaires à l'exercice dans les pathologies chroniques »), très peu d'études ont évalué les bénéfices de l'activité physique sur la cachexie chez les patients atteints de cancers. Une revue *Cochrane* (Grande et coll., 2014), n'a pas permis d'identifier des essais randomisés ayant étudié le bénéfice de l'activité physique sur la masse musculaire chez des patients atteints de syndrome cachectique, ni son acceptabilité ou la sécurité de l'exercice dans cette population.

Composition corporelle

Plus de 50 % des patients, tous types de cancer confondus, sont en surpoids ou obèses au moment du diagnostic (rapport Vican²¹¹⁵ : Inca, 2014), données comparables à la population générale du même âge ; et 40 % des patients passent dans une catégorie IMC supérieure pendant ou après les traitements. Cette prise de poids, qui concerne plus particulièrement les femmes atteintes de cancer du sein, est favorisée par l'âge jeune au diagnostic, la chimiothérapie, le manque d'activité physique et l'existence d'un surpoids ou d'une obésité avant le diagnostic. Le surpoids et l'obésité chez des patients atteints de cancer sont associés à une augmentation significative de la mortalité globale et spécifique, notamment pour le cancer du sein (Chan et coll., 2014).

De nombreuses méta-analyses et revues systématiques (McNeely et coll., 2006 ; Kim et coll., 2009 ; Speck et coll., 2010 ; Wolin et coll., 2010 ; Fong et coll., 2012 ; Sheean et coll., 2012 ; Strasser et coll., 2013) ont évalué l'impact de l'activité physique, pendant et après le traitement, sur la composition corporelle. La plupart des études concernent les femmes atteintes de cancer du sein. Malgré la grande diversité des programmes d'activité physique rapportés dans les méta-analyses, l'activité physique commencée pendant et/ou après le traitement est le plus souvent associée à une réduction de poids, d'IMC, et de masse grasse (Niveau de preuve A). Les données en termes d'impact sur la masse musculaire sont hétérogènes (Niveau de preuve C). Cette divergence peut être liée à différents facteurs pouvant influencer la composition corporelle : statut ménopausique, régimes alimentaires, types d'activité physique, durée et intensité des programmes (Sheean et coll., 2012). D'après les données de plusieurs méta-analyses, un programme d'activité physique comprenant du renforcement musculaire, a un effet plus important sur la masse musculaire et la composition corporelle qu'une activité aérobie seule (McNeely et coll., 2006 ; Kim et coll., 2009 ; Speck et coll., 2010 ; Wolin et coll., 2010 ; Fong et coll., 2012 ; Inca, 2017). La combinaison optimale des deux types d'activité physique reste à déterminer (Sasso et coll., 2015).

Lorsque les interventions sont limitées aux femmes ménopausées, la majorité des études interventionnelles montre un effet favorable de l'activité physique, avec une diminution du pourcentage de masse grasse et un gain ou un maintien de masse musculaire chez des femmes initialement inactives (Inca, 2017) (Niveau de preuve A). Dans une revue systématique récente, les interventions qui se sont avérées efficaces chez les patients atteints d'un cancer,

115. <http://lesdonnees.e-cancer.fr/index.php/Themes/vie-apres-cancer/etude-VICAN-2>

obèses ou en surpoids, combinaient l'activité physique et une prise en charge nutritionnelle (Hoedjes et coll., 2017). Ces approches permettent d'éviter la perte de masse musculaire, observée pour des interventions nutritionnelles seules (Hoedjes et coll., 2017).

Impact sur la fatigue

La fatigue chronique est l'effet secondaire le plus fréquent de la maladie, retrouvée chez 80 à 90 % des patients recevant une chimiothérapie ou une radiothérapie, et restant cliniquement significatif chez 50 % des personnes 5 ans après un cancer. Cette fatigue chronique est à distinguer de la fatigue aiguë après un exercice dont on récupère avec du repos. De très nombreux essais randomisés et méta-analyses ont analysé l'effet de l'activité physique sur la fatigue chez les patients atteints de cancer, pendant et après les traitements.

Dans la méta-analyse de Speck et coll. (2010) de 66 essais randomisés sélectionnés sur la qualité méthodologique (83 % de femmes atteintes de cancer du sein), respectivement 15 et 14 essais ont analysé les effets de l'activité physique pendant et après les traitements (Speck et coll., 2010). Un bénéfice significatif sur la fatigue a été observé pour les études ayant évalué un programme d'activité physique après traitement (effet moyennes pondérées -0,54 ; IC 95 % [-0,90 à -0,19] ; $p < 0,003$; $I^2 = 84,9\%$).

La méta-analyse *Cochrane* incluant 56 études (1 461 patients ayant suivi un programme d'activité physique et 1 187 participants « contrôles » ; âge moyen 39 à 70 ans), dont 50 % portant sur le cancer du sein, rapporte un effet statistiquement significatif sur la réduction de la fatigue et ce pendant (DMS -0,23 ; IC 95 % [-0,33 ; -0,12], $I^2 = 0\%$) et après (DMS -0,44 ; IC 95 % [-0,79 ; -0,09], $I^2 = 72,0\%$) les traitements adjuvants (Cramp et Byron-Daniel, 2012). La réduction significative de la fatigue est observée chez les patients porteurs de cancer du sein et de la prostate, mais pas pour les hémopathies malignes. L'effet significatif est observé pour des programmes d'activité physique aérobie (DMS -0,22 ; IC 95 % [-0,34 ; -0,10], $I^2 = 20,0\%$), mais pas pour des programmes de renforcement musculaire (DMS -0,18 ; IC 95 % [-0,39-0,02], $I^2 = 0\%$). Aucun effet n'a été rapporté pour des interventions « corps-esprit » (*mind-body interventions*, yoga, Chi Gong) (DMS -0,10 ; IC 95 % [-0,39-0,19], $I^2 = 0\%$).

Une méta-analyse récente de 42 essais randomisés (3 816 patients ; âge moyen 55 ans) dont 70 % de femmes et 81 % de patients porteurs de tumeurs solides, principalement des cancers du sein (64 %) et de la prostate

(26 %), a évalué l'impact des programmes d'activité physique pendant (30 études) et après les traitements (Dennett et coll., 2016). L'activité physique comportait des activités à dominante aérobie (45 %), de renforcement musculaire (12 %) ou combinant les 2 (33 %), dans des programmes supervisés (55 %) ou libres (45 %), réalisés ou non en centre spécialisé, de deux semaines à un an. L'analyse poolée de 34 études montre une diminution significative de la fatigue (DMS 0,32 ; IC 95 % [0,13-0,52], I² = 82 %). Celle-ci est plus importante pour les programmes d'activité physique mis en œuvre dès le début des traitements (26 études, 1 909 patients ; DMS 0,33 ; IC 95 % [0,12-0,53], I² = 81 %), que dans les suites de traitements (8 études, 833 patients ; DMS 0,19 ; IC 95 % [-0,19-0,58], I² = 81 %). L'effet de l'activité physique est plus marqué pour les tumeurs solides (DMS 0,37 ; IC 95 % [0,16-0,58], I² = 82 %) et non significatif dans les études portant sur les hémopathies malignes (4 études) ou combinant les deux. Les programmes d'activité physique associant exercices aérobies et renforcement musculaire ont un effet plus important (DMS 0,41 ; IC 95 % [0,06-0,75]) que les programmes ne contenant que des exercices aérobies (DMS 0,27 ; IC 95 % [0,00-0,54]), ou de renforcement musculaire seuls (DMS 0,19 ; IC 95 % [-0,24-0,62]). Enfin, l'analyse dose-réponse montre un effet maximal pour une activité physique de niveau modéré à intense. Au-delà, la relation dose-réponse entre l'intensité de l'exercice aérobie et l'effet sur la fatigue a tendance à s'inverser (Dennett et coll., 2016).

La méta-analyse de Carayol et coll. (2013) rapporte une diminution de la fatigue ($p < 0,03$) en fonction du volume d'activité physique sur la base de l'analyse de 11 études (Carayol et coll., 2013). Les résultats suggèrent que l'activité physique pendant les traitements adjuvants réduit la sensation de fatigue au cours du cancer du sein, mais de façon plus limitée si elle est d'intensité élevée. Un volume hebdomadaire d'activité physique < 12 MET h/semaine semble être la situation la plus favorable pour l'amélioration de la fatigue. Les programmes d'intervention ciblant une augmentation progressive de l'activité physique selon la phase de chimiothérapie, de 2 à 5 MET h/semaine d'activité physique au cours des 10 premiers jours suivant l'administration de la chimiothérapie, et 5 à 10 MET h/semaine pendant les jours suivants, apparaissent bien adaptés pour réduire la fatigue.

Une méta-analyse *Cochrane* (Furmaniak et coll., 2016), mise à jour de la méta-analyse de Markes (Markes et coll., 2006), montre un bénéfice significatif en termes de réduction de la fatigue (DMS -0,28 ; IC 95 % [-0,41 ; -0,16], I² = 29 %) dans l'analyse de 19 essais randomisés chez des femmes atteintes de cancer du sein (1 698 femmes). À noter que seuls deux essais avaient individuellement montré des résultats significatifs.

La méta-analyse de Mustian et coll. (2017) ayant analysé 113 essais randomisés (11 525 patients, âge moyen 54 ans), dont 47 % d'essais chez des femmes atteintes de cancer du sein (Mustian et coll., 2017), montre un bénéfice significatif en termes de réduction de la fatigue comparable pour l'exercice (taille de l'effet moyennes pondérées 0,30 ; IC 95 % [0,25-0,36]), l'intervention psychologique (0,27 ; IC 95 % [0,21-0,33]) et des approches combinant les deux (0,26 ; IC 95 % [0,13-0,38]), tandis que les interventions médicamenteuses (chlorhydrate de paroxétine, modafinil ou armodafinil, chlorhydrate de méthylphénidate ou dexyméthylphénidate, dexamphétamine, méthylprednisolone) ne montrent pas de bénéfice.

Au total, nous avons identifié 22 méta-analyses ayant analysé l'effet de l'activité physique sur la fatigue. Malgré la très grande hétérogénéité des études, les données montrent de façon convergente que l'activité physique régulière améliore l'état de fatigue de patients porteurs de tumeurs solides, les cancers du sein et de la prostate étant les plus étudiés (Speck et coll., 2010 ; Velthuis et coll., 2010 ; McMillan et Newhouse, 2011 ; Brown et coll., 2011 ; Fong et coll., 2012 ; Cramp et Byron-Daniel, 2012 ; Mishra et coll., 2012a ; Mishra et coll., 2012b ; Tomlinson et coll., 2014 ; Dennett et coll., 2016 ; Furmaniak et coll., 2016 ; Bourke et coll., 2016 ; van Vulpen et coll., 2016 ; Tian et coll., 2016 ; Inca, 2017) (niveau de preuve A). Le bénéfice sur la réduction de la fatigue semble moindre chez les patients porteurs d'hémopathies malignes, sans que les raisons en soient élucidées (Cramp et Byron-Daniel, 2012 ; Tomlinson et coll., 2014 ; Dennett et coll., 2016). Les données suggèrent également des effets bénéfiques de l'activité physique sur la fatigue pour d'autres tumeurs solides (cancers gynécologiques (endomètre et ovaire), ORL (poumon), mais les données sont plus limitées et hétérogènes (Tian et coll., 2016 ; Inca, 2017)) (niveau de preuve B/C). À noter que globalement peu d'études incluses dans les méta-analyses montrent individuellement des résultats significatifs.

L'amélioration de la fatigue est observée aussi bien pour des programmes d'activité physique réalisés pendant les traitements (Speck et coll., 2010 ; Brown et coll., 2011 ; Duijts et coll., 2011 ; McMillan et Newhouse, 2011 ; Fong et coll., 2012 ; Puetz et Herring, 2012 ; Mishra et coll., 2012b ; Meneses-Echavez et coll., 2015a) qu'après les traitements (Speck et coll., 2010 ; Brown et coll., 2011 ; Duijts et coll., 2011 ; Cramp et Byron-Daniel, 2012 ; Fong et coll., 2012 ; Puetz et Herring, 2012 ; Mishra et coll., 2012a ; Meneses-Echavez et coll., 2015b). Les données les plus récentes suggèrent un bénéfice plus important lorsque l'activité physique est proposée dès le début des traitements (Dennett et coll., 2016). Par ailleurs, la méta-analyse de Tomlinson et coll. (2014) retrouve un effet plus important pour les études publiées

depuis 2009 (DMS -0,61 ; IC 95 % [-0,79 ; -0,43], $p < 0,001$) comparé aux études publiées avant 2009 (DMS -0,25 ; IC 95 % [-0,40 ; -0,10], $p = 0,001$) (Tomlinson et coll., 2014).

Un effet significatif sur la réduction de la fatigue est observé par plusieurs méta-analyses pour l'activité physique aérobie (McMillan et Newhouse, 2011 ; Cramp et Byron-Daniel, 2012 ; Tian et coll., 2016), mais pas pour l'activité physique de renforcement musculaire (McMillan et Newhouse, 2011 ; Cramp et Byron-Daniel, 2012 ; Strasser et coll., 2013 ; Meneses-Echavez et coll., 2015a). La méta-analyse de Dennett rapporte un effet plus important pour des programmes d'activité physique mixte (Dennett et coll., 2016).

L'analyse dose-réponse montre un bénéfice maximal en termes de réduction de la fatigue pour une activité physique de niveau modéré à intense, comparé à une activité physique de plus faible intensité d'une part (Brown et coll., 2011 ; Cramp et Byron-Daniel, 2012 ; Buffart et coll., 2012), et une activité physique d'intensité élevée, d'autre part (Mishra et coll., 2012a ; Carayol et coll., 2015 ; Dennett et coll., 2016). Le bénéfice semble plus important lorsque l'activité physique est réalisée dans le cadre d'un programme supervisé, comparé à l'activité physique non supervisée (Velthuis et coll., 2010 ; McMillan et Newhouse, 2011 ; van Vulpen et coll., 2016).

En résumé, l'activité physique ciblée sur le développement des capacités cardiorespiratoires, de type aérobie, ou mixtes (associant activité physique aérobie et de renforcement musculaire), semble être la plus efficace sur la réduction de la fatigue (niveau de preuve A). Les données sont en faveur d'une activité physique d'intensité modérée (3 à 6 MET h soit $< 10\text{-}12$ MET.h/semaine) ; l'augmentation de l'intensité au-delà étant inversement associée au bénéfice sur la fatigue (niveau de preuve B/C). Une adaptation du niveau d'activité physique en fonction du niveau de fatigue perçue avant exercice serait pertinente, mais n'a pas été évaluée dans les études à notre connaissance. Une meilleure compréhension des déterminants et facteurs modulant l'efficacité des programmes d'intervention est nécessaire.

Impact sur les fonctions cognitives

Une altération des fonctions cognitives, ressenties et objectives, est fréquemment observée chez des patients atteints de cancer, allant jusqu'à 60 % des patients, selon les études, le type de cancer et le traitement, et persiste chez plus d'un tiers des patients au-delà de la fin des traitements (Janelsins et coll., 2014 ; Zimmer et coll., 2016 ; Myers et coll., 2017). Cette altération

concerne plus particulièrement les patients recevant une chimiothérapie (jusqu'à 75 % des patients), mais est observée également après d'autres types de traitement, comme la radiothérapie, la chirurgie ou l'hormonothérapie (Zimmer et coll., 2016). Une revue systématique de 19 études (expérimentales chez l'animal : 5 études ; chez des patients atteints de cancer : 14 études dont 6 essais randomisés) suggère un possible bénéfice de l'activité physique sur les capacités cognitives (Zimmer et coll., 2016). Si les données suggèrent que l'activité physique pourrait être une intervention potentielle pour améliorer la fonction cognitive après cancer, les données sont préliminaires et hétérogènes et des questions demeurent concernant les modalités optimales (Zimmer et coll., 2016 ; Myers et coll., 2017).

Impact sur les douleurs

La prévalence de la douleur (viscérale, somatique ou neuropathique) chez les patients atteints de cancer est estimée à 59 % au cours du diagnostic et des traitements, 33 % après un cancer et 64 % en situation évolutive ou métastatique (Siegel et coll., 2012). Les douleurs sont le plus souvent liées directement à la maladie, mais la fréquence et la gravité des douleurs iatrogènes (post-opératoires, mucites, douleurs musculaires ou osseuses associées à la chimiothérapie ou l'hormonothérapie, douleurs d'origine inflammatoire et nécroses suite à la radiothérapie) seraient souvent sous-estimées (Inca, 2017). Deux revues *Cochrane* portant sur la qualité de vie (Mishra et coll., 2012a ; Mishra et coll., 2012b) ont inclus une analyse de l'impact de l'activité physique sur les douleurs. Pendant les traitements (Mishra et coll., 2012b), les auteurs suggèrent une tendance positive sur la base d'un faible nombre d'études avec une très grande hétérogénéité des programmes d'activité physique et d'outils d'évaluation. Après cancer (Mishra et coll., 2012a), les auteurs, sur la base de 4 études (289 patients), rapportent une diminution significative de la douleur à 12 semaines de suivi (DMS -0,29 ; IC 95 % [-0,55 ; -0,04]), mais pas avec un suivi plus long. L'importante hétérogénéité des études cliniques est là aussi notée par les auteurs. Le rapport de l'Inca (2017), sur la base de 3 essais randomisés chez des patientes atteintes de cancer du sein, suggère un bénéfice significatif de l'activité physique (renforcement musculaire ± assouplissement) pendant la radiothérapie sur les douleurs au niveau de l'épaule et du bras du côté opéré (Inca, 2017). Les effets antalgiques de l'activité physique seraient liés à la réduction de l'inflammation induite par la radiothérapie, évaluée par des concentrations circulantes d'IL-6 et du rapport IL-6/IL-1ra (Schmidt et coll., 2016).

Par ailleurs, les inhibiteurs de l'aromatase ou anti-aromatases (AA) constituent actuellement le traitement de référence en adjuvant et en phase métastatique du cancer du sein. Les arthralgies associées aux AA représentent un effet indésirable chez 33 à 74 % des patients (Gaillard et Stearns, 2011), sont évaluées comme étant modérées à sévères pour 70 % des patients et fréquemment à l'origine d'un arrêt des AA (Hershman et coll., 2011). Ces symptômes apparaissent 6 à 12 mois après le démarrage du traitement et disparaissent le plus souvent à l'arrêt des AA. La douleur a un effet délétère sur la qualité de vie et en affecte l'ensemble des dimensions physiques et psychologiques. Un essai randomisé ayant évalué un programme d'activité physique de 12 mois chez 121 patientes (âge moyen 61 ans, < 90 min activité physique/semaine) traitées par AA et présentant des arthralgies (apparition sous traitement ou aggravation d'arthralgies préexistantes), montre une amélioration significative de la douleur à 12 mois (Irwin et coll., 2015).

Une méta-analyse *Cochrane* de 3 essais randomisés (104 patients, âge moyen 52 à 61 ans) évaluant l'effet de l'activité physique sur la réduction de la douleur et des dysfonctionnements de la ceinture scapulaire et de l'épaule (Carvalho et coll., 2012), montre une réduction significative du score douleur (DM -6,26 ; IC 95 % [-12,20 ; -0,31]) et une amélioration des scores de mobilité de l'épaule.

Plusieurs études publiées rapportent un effet antalgique des programmes d'activité physique dans différentes situations cliniques, plus particulièrement chez les patientes atteintes de cancer du sein (Hwang et coll., 2008 ; Steindorf et coll., 2014 ; Irwin et coll., 2015 ; Galiano-Castillo et coll., 2016) et patients atteints de cancer ORL (McNeely et coll., 2008 ; Carvalho et coll., 2012), et notamment sur la récupération de l'épaule et sur les douleurs associées. L'activité physique régulière semble améliorer certaines douleurs liées aux cancers et aux traitements (niveau de preuve C).

Impact sur les effets secondaires des traitements

Neuropathies chimio-induites

La neuropathie périphérique chimio-induite (NPCI), définie par des dommages du système nerveux périphérique, engendre des douleurs neuropathiques (15 à 25 % des patients atteints de cancer), des symptômes moteurs et troubles de la proprioception qui peuvent gêner la pratique de l'activité physique. L'incidence varie en fonction du type de chimiothérapie (notamment les taxanes, platines, vinca-alcaloïdes, et certaines thérapies ciblées), de la

dose et du schéma d'administration. L'existence chez le patient d'une neuropathie préexistante (liée aux diabète, alcool, carence folates/vit B12, neuropathies héréditaires) ou paranéoplasique peuvent favoriser la NPCI. Peu d'études ont analysé l'effet de l'activité physique sur la NPCI. Une revue de 5 études (dont 2 essais randomisés), incluant au total 147 patients en cours de traitement présentant des symptômes de NPCI, observe des améliorations significatives du contrôle postural et des symptômes de NPCI, notamment pour un protocole combinant l'activité physique de type aérobie et de renforcement associé à des exercices sensorimoteurs durant 36 semaines (Duregon et coll., 2018). Un essai randomisé de 355 patients (56 ± 11 ans, 79 % de femmes atteintes d'un cancer du sein) a évalué le bénéfice d'un programme d'activité physique concomitant à une chimiothérapie à base de taxanes, platines ou vinca-alcaloïdes, associant activité physique aérobie et de renforcement musculaire d'intensité modérée, à domicile, de 6 semaines (Kleckner et coll., 2017). Les résultats montrent une diminution significative de la prévalence et de la gravité des symptômes de NPCI (sensibilité à la chaleur et au froid dans les mains et pieds, engourdissement et picotements) dans le groupe ayant bénéficié du programme d'activité physique.

Des données de la littérature sont en faveur d'un bénéfice de l'activité physique sur la NPCI chez les patients atteints de cancer (niveau de preuve C). Les mécanismes restent à élucider. Compte tenu du risque augmenté de blessures, il est important d'évaluer l'équilibre, la stabilité et les difficultés de marche avant toute activité physique, qui doit être adaptée en fonction des limitations (NCCN, 2017). Selon la sévérité des limitations, une rééducation ou prise en charge adaptée par des professionnels de santé peut être requise (Décret n° 2016-1990)¹¹⁶.

Toxicité cardiovasculaire

Plusieurs traitements médicamenteux du cancer sont associés à une toxicité cardiovasculaire, notamment les anthracyclines, pouvant être à l'origine d'une insuffisance cardiaque chronique, les agents anti-HER2, tels que le trastuzumab, pouvant provoquer une cardiomyopathie partiellement réversible et perturber le métabolisme des lipides, certains traitements hormonaux, tels que les anti-aromatases, certains inhibiteurs de la tyrosine kinase et certains traitements anti-angiogéniques, ainsi que l'irradiation médiastinale (Haykowsky et coll., 2009 ; Ades et coll., 2014 ; Khosrow-Khavar et coll., 2017). La toxicité cardiovasculaire varie selon les substances, les doses et le

116. <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000033748987&categorieLien=id>

schéma, l'âge du patient, et peut se déclarer durant le traitement ou à distance, jusqu'à plusieurs années après le traitement. L'existence de facteurs de risque (obésité, intolérance à l'exercice, diabète, hyperlipidémie), ou de comorbidités cardiovasculaires (hypertension), peuvent augmenter le risque de morbidité et de mortalité (Haykowsky et coll., 2017). Les effets cardiovasculaires peuvent se manifester sous forme d'insuffisance cardiaque, d'ischémie du myocarde, d'hypertension artérielle ou d'arythmie ainsi que d'accidents vasculaires cérébraux et de thromboses artérielles et veineuses (Moudgil et Yeh, 2016). Comparativement aux femmes de même âge, les femmes atteintes d'un cancer du sein ont 1,7 fois plus de risque de mortalité cardiovasculaire, 1,3 fois plus de risque de maladie cardiovasculaire (coronariopathie, AVC, insuffisance cardiaque) et 1,3 à 3,1 fois plus de facteurs de risque de maladie cardiovasculaire (hypertension, diabète, dyslipidémie), conséquence des traitements et du déconditionnement (Scott et coll., 2016). Les mécanismes biologiques impliqués dans les lésions cardiaques secondaires aux traitements restent en partie incompris.

Au-delà de l'étude de l'impact sur le $\dot{V}O_2$ pic, peu de données existent sur l'impact de l'activité physique sur les facteurs de risque et événements cardiovasculaires (Yu et Jones, 2016 ; Haykowsky et coll., 2017). Une amélioration du pic de $\dot{V}O_2$ associé à l'exercice a été suggérée chez les femmes atteintes de cancer du sein avec insuffisance cardiaque et fraction d'éjection préservée, mais les mécanismes responsables de cette amélioration restent à élucider (Haykowsky et coll., 2016). Une étude prospective issue de deux cohortes, incluant 2 973 femmes après un cancer du sein localisé (suivi médian 8,6 ans), a mis en évidence une diminution de 23 % du risque d'événements cardiovasculaires chez les femmes ayant une activité physique ≥ 9 MET h/semaine (soit au moins 2 heures/semaine à une intensité modérée de 4,5 MET) comparativement aux femmes ne les atteignant pas (Jones et coll., 2016). L'étude observe une relation dose-effet avec l'augmentation du nombre de MET h/semaine. Il n'existait pas d'interaction avec le type de traitement adjuvant (anthracyclines, anti-aromatase).

Par ailleurs, plusieurs études chez les rongeurs, revues par Kirkham et coll. (2015), suggèrent un bénéfice de l'activité physique comparée à la sédentarité, pour prévenir ou atténuer la toxicité cardiovasculaire associée aux anthracyclines en modulant certains des mécanismes associés à la toxicité cardiovasculaire. L'effet observé semble notamment lié à une diminution du stress oxydant et de l'inflammation (Dolinsky et coll., 2013 ; Kirkham et Davis, 2015). Un effet sur la fonction des cellules endothéliales a également été suggéré (Jones et coll., 2013 ; Kirkham et Davis, 2015). Ces mécanismes restent cependant à démontrer chez l'homme.

En résumé, l'activité physique aérobie est associée à des effets bénéfiques sur les facteurs de risque cardiovasculaires (niveau de preuve A), et de nombreuses études ont montré le bénéfice de l'activité physique sur les capacités cardiorespiratoires chez les patients atteints de cancer (niveau de preuve A). Un bénéfice de l'activité physique sur la prévention et réduction de la toxicité cardiovasculaire a été suggéré (niveau de preuve C), mais ces données nécessitent confirmation dans des essais randomisés conçus pour étudier le bénéfice de l'activité physique sur la toxicité cardiovasculaire.

Densité minérale osseuse

Les traitements des cancers sont fréquemment associés à une perte de la densité minérale osseuse (DMO), notamment chez les femmes atteintes de cancer du sein et les hommes atteints de cancer de la prostate où les traitements par inhibiteur de l'aromatase et l'hormonothérapie anti-androgénique peuvent aggraver cette perte osseuse. La plupart des études portant sur l'impact de l'activité physique sur la DMO ont été conduites chez des femmes atteintes de cancer du sein, mais elles sont hétérogènes et restent limitées en nombre. Deux revues de la littérature (Winters-Stone et coll., 2010 ; Knobf et Winters-Stone, 2013) suggèrent que l'activité physique pourrait prévenir la perte de la DMO associée à l'hormonothérapie et la ménopause précoce, chez les femmes atteintes de cancer du sein. Cet effet semble davantage exister chez les femmes plus jeunes, préménopausées au moment du diagnostic, et a été observé aussi bien dans des études avec l'activité physique aérobie, qu'avec des activités de renforcement ou une combinaison des deux (Saarto et coll., 2012 ; Winters-Stone et coll., 2012 ; Hojan et coll., 2013). À noter qu'un essai randomisé récent ayant évalué une activité physique aérobie et de renforcement chez 121 femmes traitées par inhibiteur de l'aromatase n'a pas retrouvé ce bénéfice (Thomas et coll., 2017).

Les données disponibles concernant le bénéfice de l'activité physique sur la densité osseuse chez les hommes atteints de cancer de la prostate ne permettent pas de conclure (Gardner et coll., 2014). Enfin, un essai randomisé de 60 patients (âge moyen 62,7 ans ; principalement cancers du sein, du poumon et de la prostate), présentant des métastases osseuses, rapporte un bénéfice de l'activité physique associée à l'irradiation *versus* l'irradiation seule sur la densité osseuse des métastases spinales (Rief et coll., 2014).

Lymphoœdème

Le lymphoœdème du membre supérieur est une complication classique du traitement par chirurgie et radiothérapie du cancer du sein, provoqué par le ralentissement ou le blocage de la circulation de la lymphe. Le lymphoœdème a des répercussions importantes sur le plan physique et fonctionnel (diminution de la mobilité de l'épaule et baisse de la force du haut du corps), ainsi que de la qualité de vie des femmes, et constitue fréquemment un obstacle à la reprise d'une activité professionnelle. L'incidence varie considérablement, allant de 6 % à 63 % selon les populations étudiées, les critères de mesure utilisés et la durée de suivi (Cormier et coll., 2010). Ces quinze dernières années, la technique du ganglion sentinelle a permis de réduire l'incidence du lymphoœdème, avec des taux rapportés de l'ordre de 7 % (Cormier et coll., 2010). Le taux de lymphoœdème est augmenté lorsque la chirurgie au niveau de l'aisselle est associée à de la radiothérapie, avec des taux de près de 45 % (Cormier et coll., 2010). Le lymphoœdème peut apparaître quelques semaines ou mois après l'intervention mais également plus tardivement (plusieurs années à distance du traitement). Les autres facteurs de risque de lymphoœdème sont l'âge, l'obésité et la prise de poids après traitement, les traumatismes et les infections au niveau de la main ou du bras du côté opéré et possiblement le manque d'activité physique.

Plusieurs essais randomisés et méta-analyses ayant évalué l'impact d'une activité physique modérée à intense de type aérobie et/ou de résistance pendant ou après le traitement adjuvant sur le lymphoœdème après un cancer du sein montrent, de façon convergente, l'absence de risque à pratiquer une activité physique régulière et progressive en post-opératoire : absence de complications et de détérioration du lymphoœdème (mesure du périmètre du bras) et des symptômes (McNeely et coll., 2010 ; Chan et coll., 2010 ; Cheema et coll., 2014 ; Paramanandam et Roberts, 2014 ; Nelson et coll., 2016 ; Keilani et coll., 2016 ; Singh et coll., 2016b ; Inca, 2017). Les études montrent également de façon convergente une amélioration de la fonction scapulo-humérale avec augmentation de l'amplitude des mouvements, de la force du haut et du bas du corps (McNeely et coll., 2010 ; Cheema et coll., 2014). Une méta-analyse de 5 essais randomisés (patients âgés de 46 à 62 ans) ayant évalué l'impact de l'activité physique de type renforcement musculaire note une diminution significative de l'incidence et/ou réduction de la progression du lymphoœdème (Cheema et coll., 2014). Une méta-analyse *Cochrane* montre, sur la base de 10 études (âge moyen 49 à 62 ans), un bénéfice significatif sur le plan fonctionnel d'un exercice précoce (débuté entre J1 et J3 post-opératoire) comparé à un début plus tardif (\geq J4), mais rapporte une

augmentation du volume et de la durée du drainage post-opératoire (McNeely et coll., 2010). Les auteurs montrent l'absence d'augmentation de risque de lymphœdème pour l'activité physique concomitante aux traitements adjuvants.

À noter que les interventions et critères d'évaluation dans les études sont hétérogènes et ne permettent pas de dégager un type d'activité physique plus particulièrement favorable. Les données sont insuffisantes pour conclure à l'intérêt ou non du port d'un manchon de compression pendant l'activité physique (Singh et coll., 2016a).

Si l'activité physique n'a pas montré à ce jour de bénéfice réel dans la prévention du risque d'apparition de lymphœdème chez les patientes atteintes de cancer du sein, la balance bénéfice-risque est en faveur d'une activité physique régulière et progressive en post-opératoire (exercices aérobies et de renforcement musculaire en respectant les précautions et recommandations d'hygiène de vie) (niveau de preuve A). Plusieurs études rapportent une amélioration de l'amplitude des mouvements de l'épaule après chirurgie avec curage ganglionnaire (Inca, 2017). L'interdiction à pratiquer un exercice physique impliquant le membre supérieur du côté opéré n'est plus indiquée (Inca, 2017 ; NCCN, 2017).

Mis à part le cancer du sein, le lymphœdème secondaire aux traitements est également observé dans les cancers gynécologiques, uro-génitaux, ORL et le mélanome. Peu d'études ont évalué l'activité physique dans ces situations. Une enquête transversale auprès de 213 patientes atteintes de cancer de l'utérus (29-94 ans ; 75 % cancers de l'endomètre) suggère une diminution significative du risque de lymphœdème chez les femmes les plus actives par comparaison aux moins actives (tendance significative) (Brown et coll., 2014).

Impact sur la réalisation des traitements

Peu d'études ont analysé l'effet de l'activité physique sur le taux d'accomplissement des traitements (report, arrêt de traitement, ou réduction de dose). Une amélioration significative du taux d'achèvement de la chimiothérapie a été suggérée (critère secondaire dans 3 essais randomisés) pour les patients atteints de cancer du sein (Courneya et coll., 2007 ; van Waart et coll., 2015) et de lymphomes (Courneya et coll., 2009). Ces résultats nécessitent confirmation.

Impact sur la qualité de vie

L'effet de l'activité physique sur la qualité de vie globale et ses différentes dimensions, spécifiques ou non au cancer, a été étudié dans de très nombreuses études et a fait l'objet de plus de 25 méta-analyses, portant en particulier sur les patientes atteintes de cancer du sein pour lesquelles les essais randomisés sont les plus nombreux et les plus rigoureux méthodologiquement. De récentes méta-analyses concernent également les cancers du poumon et de la prostate.

Cancer du sein

Quatre méta-analyses majeures rapportent un effet significatif de l'activité physique sur l'amélioration de la qualité de vie chez des patientes atteintes d'un cancer du sein, pendant ou après les traitements (Speck et coll., 2010 ; Duijts et coll., 2011 ; Carayol et coll., 2013 ; Zeng et coll., 2014).

La méta-analyse de Speck et coll. (2010) retrouve un effet favorable de l'activité physique d'intensité modérée à intense, de type aérobie ou combinée à du renforcement musculaire (ou à d'autres interventions) sur la qualité de vie (séances de 30 à 45 minutes, 3 à 5 fois/semaine, durant cinq semaines) (Speck et coll., 2010). La qualité de vie est améliorée lorsque l'activité physique est pratiquée dès le début (DMS 0,13 ; IC 95 % [0,005-0,260]) ou après les traitements du cancer (DMS 0,29 ; IC 95 % [0,03-0,54]).

Une autre méta-analyse portant sur 13 essais randomisés auprès de femmes atteintes de cancer du sein pendant (six études) ou après les traitements (sept études), montre une amélioration significative de la qualité de vie (DMS 0,298 ; IC 95 % [0,117-0,479], $p < 0,001$) (Duijts et coll., 2011).

La méta-analyse de Carayol, incluant 17 essais randomisés, montre une amélioration significative de la qualité de vie pour les patientes atteintes de cancer du sein en cours de traitement adjuvant (DMS 0,343 ; IC 95 % [0,067-0,620]). Les programmes d'activité physique étaient diversifiés (aérobie, renforcement musculaire, pratique mixte, yoga) et d'une durée variable (2 à 6 séances par semaine de 20 à 60 minutes, pendant 5 à 26 semaines) (Carayol et coll., 2013). Les auteurs rapportent une relation dose-effet inversement associée au bénéfice sur la qualité de vie lors de la période du traitement adjuvant du cancer du sein. Ainsi, la prescription d'une quantité d'activité physique hebdomadaire inférieure à 20 MET h/semaine, est plus efficace pour l'amélioration de la qualité de vie qu'une quantité hebdomadaire supérieure (Carayol, 2013). La prescription d'une

quantité d'activité physique modérée (quotidienne ou hebdomadaire) est associée à un plus fort taux d'adhésion des patientes, comparée à de simples recommandations transmises oralement ($p < 0,001$). Les effets des programmes d'activité physique sur la qualité de vie sont plus prononcés si leur durée est supérieure à 18 semaines (Carayol et coll., 2013).

La méta-analyse de Zeng et coll. (2014) confirme le bénéfice de la pratique de l'activité physique sur la qualité de vie des patientes atteintes d'un cancer du sein ayant terminé leur traitement depuis trois semaines à 2,5 ans (SF-36, SF-12 : DMS 0,70 [0,21-1,19] ; FACT-G, EORTC, QLQ-C30 : DMS 0,38 [0,03-0,74]) (Zeng et coll., 2014). Dans les 25 essais randomisés contrôlés analysés, les programmes d'activité physique proposés sont très divers : exercice aérobie (11 études), exercice anaérobie (4 études), yoga (3 études), Tai Chi (2 études), exercice aérobie et étirements (2 études), renforcement musculaire (1 étude), activité physique combinant exercice aérobie et renforcement musculaire (1 étude), combinant renforcement musculaire et étirements (1 étude). Les séances d'activité physique sont proposées une à cinq fois par semaine pendant 15 à 90 min sur quatre à 52 semaines. La méta-analyse de Buffart et coll. (2012) analyse l'effet de la pratique d'activité physique de faible intensité comme le yoga supervisé (comprenant un travail postural associé à des exercices de relaxation, respiration ou méditation) sur la qualité de vie des patientes atteintes de cancer du sein ou de lymphome (Buffart et coll., 2012). Pendant et après les traitements, cette pratique (sur une durée moyenne de 7 semaines, avec une à trois séances de 30 à 120 min par semaine) s'avère bénéfique sur la qualité de vie (DMS 0,37 [0,11-0,62]). Par contre, une méta-analyse de sept études (dont 3 essais randomisés) incluant 201 patientes atteintes de cancer du sein ayant évalué le Tai Chi ne retrouve pas d'amélioration de la qualité de vie des patients (DMS 0,45 [0,25-1,14] ; $p = 0,21$) (Lee et coll., 2010). L'absence d'effet décelable de ce type de pratique peut s'expliquer par l'origine des patientes incluses, majoritairement d'origine asiatique. La pratique du Tai Chi étant une pratique « courante » dans cette culture, l'absence d'effet pourrait être la conséquence d'un effet de « lissage » des résultats.

Le suivi à 5 ans des patientes d'un essai randomisé français de 251 femmes atteintes d'un cancer du sein, a évalué le bénéfice d'un séjour en cure thermique de 15 jours après la fin des traitements, incluant des séances d'activité physique supervisées quotidiennes, ainsi qu'une prise en charge nutritionnelle et psychologique. La qualité de vie globale des patients (toutes dimensions confondues) a été significativement améliorée par l'intervention, la plus grande différence entre les groupes survenant juste après l'intervention mesurée à 6 mois (222 patientes, DM 0,63 [0,37-0,89], $p < 0,00001$), mais se

maintient à 5 ans (137 patientes, DM 0,45 [0,11-0,80], $p < 0,01$) (Kwiatkowski et coll., 2017). L'ampleur de l'effet de l'intervention sur la qualité de la vie pendant toute la période de suivi était de 0,33 [0,23-0,43].

Autres cancers

Les conclusions de deux revues *Cochrane* publiées par Mishra rapportent que la prescription d'un programme d'activité physique modérée à intense, pendant ou après les traitements, améliore significativement la qualité de vie de patients atteints de différents types de cancer (sein, prostate, gynécologique, hématologique) (Mishra et coll., 2012a ; Mishra et coll., 2012b). Les deux méta-analyses incluent des essais randomisés contrôlés comportant un groupe activité physique (de type aérobie, comme la marche ou le vélo, douces comme le yoga, le Chi Gong ou le Tai Chi, ou de renforcement musculaire comme la gymnastique) comparé à un groupe contrôle. Dans cette méta-analyse de 56 essais cliniques, incluant 4 826 patients atteints de différents types de cancer, la qualité de vie liée à la santé est améliorée après 12 semaines de suivi (DMS 0,47 ; IC 95 % [0,16-0,79]) (Mishra et coll., 2012a). Lorsque le programme est mis en place après les traitements, l'amélioration de la qualité de vie liée à la santé est observée après 12 semaines d'intervention (DMS 0,48 ; IC 95 % [0,16-0,81]), ainsi qu'après six mois de suivi (0,46 ; IC 95 % [0,09-0,84]) (Mishra et coll., 2012b). Les auteurs soulignent l'hétérogénéité importante des programmes d'activité physique (Mishra et coll., 2012a ; Mishra et coll., 2012b). Pendant et après les traitements, l'activité physique d'une intensité modérée à élevée est associée à un bénéfice supérieur par rapport à un programme d'activité physique de faible intensité (Mishra et coll., 2012a ; Mishra et coll., 2012b).

La méta-analyse de Ferrer et coll. (2011), incluant des résultats de 78 études menées avec des patients atteints de divers types de cancer (dont 54 % des études sur le cancer du sein), souligne un effet bénéfique plus important des programmes d'activité physique ayant une durée et une intensité plus forte d'activité aérobie (Ferrer et coll., 2011). Cette méta-analyse suggère que pour une durée moyenne d'intervention de 26 semaines, une activité physique aérobie d'intensité modérée comme la marche (3-4 MET) donne peu ou pas d'amélioration de la qualité de vie, contrairement à une activité physique aérobie d'intensité plus élevée (modérément « haute », 6 MET) comme par exemple la pratique du vélo. Par ailleurs, la durée du programme influence la qualité de vie. Les interventions inférieures à huit semaines ne montrent pas d'amélioration de la qualité de vie, et ce, quelle que soit l'intensité de l'activité physique. De plus, l'effet de la pratique de l'activité physique est plus

marqué pour les programmes proposés aux femmes. Cela justifie de développer davantage de recherches sur les programmes les mieux adaptés aux hommes atteints de cancer souvent sous-représentés dans les essais d'intervention.

Deux méta-analyses ont évalué l'effet de l'activité physique chez des patients atteints de cancer de la prostate (Bourke et coll., 2016 ; Yang et Wang, 2017). Sur la base de 7 essais (912 patients, suivi médian 12 semaines) et 10 essais (841 patients) respectivement, les auteurs suggèrent une amélioration significative de la qualité de vie. L'effet semble plus important dans les études de bonne qualité (Bourke et coll., 2016). Une amélioration de la qualité de vie chez des patients atteints de cancer ORL (Capozzi et coll., 2016) et de l'endomètre (Babatunde et coll., 2016) a été suggérée dans deux revues systématiques, mais le nombre d'essais ayant évalué l'impact sur la qualité de vie est limité. En revanche, l'activité physique avant traitement chirurgical chez des patients atteints de cancer broncho-pulmonaire non à petites cellules ne semble pas montrer d'amélioration sur la qualité de vie (Granger et coll., 2011), mais le nombre d'essais est limité et les études très hétérogènes. Par ailleurs, deux méta-analyses récentes (Sweegers et coll., 2017 ; Buffart et coll., 2017) montrent que la prescription de l'activité physique dans des programmes supervisés a un bénéfice supérieur en termes de qualité de vie, comparé à des programmes non-supervisés.

La question qui se pose aujourd'hui est la manière d'optimiser les programmes en complément des traitements et après. Les spécialistes de la recherche interventionnelle parlent d'études d'implémentation (voir chapitre « Évaluation des programmes d'activité physique à visée de santé »). La supervision du programme par un professionnel (Sweegers et coll., 2017) et sa prescription par un médecin semblent indispensables. L'augmentation progressive de la dose d'activité physique pour des patients physiquement inactifs et sédentaires l'est aussi. L'association avec un conseil diététique et/ou un soutien psychologique peut être favorable à la qualité de vie. Par exemple, la méta-analyse de Duijts évalue les effets de la pratique d'activité physique auprès de femmes atteintes de cancer du sein pendant et après traitement ainsi que ceux des thérapies cognitivo-comportementales (thérapie cognitive, hypnose, thérapie de soutien, techniques de relaxation, etc.) sur la qualité de vie (Duijts et coll., 2011). Les auteurs se basent sur deux études pour montrer que l'association des techniques cognitivo-comportementales avec un programme d'activité physique pratiqué en groupe dans les suites de traitements, améliore la qualité de vie de manière plus importante que la pratique de l'activité physique seule, ou le recours seul à une thérapie comportementale (Cho et coll., 2006 ; Fillion et coll., 2008). De même, les études de Fong et de Scott montrent qu'une pratique d'activité physique associée

à des entretiens motivationnels en face-à-face, complété par un suivi téléphonique, est le moyen le plus efficace de générer un changement positif sur la qualité de vie (Fong et coll., 2012 ; Scott et coll., 2014). Réfléchir aux conditions d'implémentation est une manière de faire profiter à toutes et tous des bénéfices à court et moyen termes de l'activité physique sur la qualité de vie, quitte à cumuler plusieurs interventions différentes pour les personnes les plus précaires et les plus affectées par un cancer et ses conséquences.

En résumé, les méta-analyses d'études interventionnelles d'activité physique concluent de façon convergente en faveur d'un bénéfice de l'activité physique régulière dans des programmes supervisés, sur la qualité de vie des patientes atteints d'un cancer du sein limité. Que les programmes soient initiés pendant les traitements ou après, un bénéfice sur la qualité de vie est observé (niveau de preuve A). Cependant, la diversité des programmes proposés dans les études ne permet pas de préciser à ce jour le contenu optimal d'un programme d'activité physique. Néanmoins, une durée supérieure à 2 mois optimise les bénéfices sur la qualité de vie des participantes. Une composante aérobie supérieure à 3-4 MET est également nécessaire. L'intensité doit augmenter progressivement jusqu'à un niveau optimal qui reste encore à déterminer. Une vigilance doit être apportée lors des traitements car l'effet semble s'inverser lorsque la quantité hebdomadaire d'activité physique dépasse les 20 MET h/semaine. La prescription de l'activité physique dans des programmes supervisés a un bénéfice supérieur en termes de qualité de vie, comparé à des programmes non-supervisés.

Impacts sur la survie après cancer

L'impact de l'activité physique sur la survie globale, la survie spécifique et le risque de récurrence a été analysé dans plusieurs études épidémiologiques prospectives, notamment des études de cohorte en population, pour les cancers du sein et du côlon en particulier, ainsi que les cancers de la prostate, de l'endomètre et de l'ovaire. Plusieurs méta-analyses ont analysé les données portant sur les cancers du sein et du côlon-rectum. En revanche, il n'y a pas à ce jour d'essai randomisé publié ayant étudié l'impact de l'activité physique sur la survie après cancer. Les essais randomisés publiés à ce jour ne possèdent ni la puissance ni la durée de suivi suffisantes pour évaluer l'effet de l'activité physique sur la survie (Romieu et coll., 2012 ; Ballard-Barbash et coll., 2012). Une amélioration non significative à 8 ans de la survie globale et sans récurrence a été suggérée dans l'essai randomisé Start portant sur 242 patientes atteintes de cancer du sein, mais l'essai manquait de puissance (Ballard-Barbash et coll., 2009 ; Courneya, 2014).

Nous avons analysé ici plus particulièrement l'effet de l'activité physique après un diagnostic de cancer. Pour l'effet de l'activité physique avant diagnostic sur la survie globale et survie spécifique, nous renvoyons au rapport de l'Inca (Inca, 2017).

Cancer du sein

Plus de 20 études de cohortes prospectives montrent l'effet bénéfique de l'activité physique avant et après diagnostic sur le risque de récurrence et la mortalité globale et spécifique après un cancer du sein. Au total, 10 études de cohortes (Holmes et coll., 2005 ; Holick et coll., 2008 ; Irwin et coll., 2008 ; Sternfeld et coll., 2009 ; Bertram et coll., 2011 ; Chen et coll., 2011 ; Irwin et coll., 2011b ; Beasley et coll., 2012 ; Bradshaw et coll., 2014 ; Williams, 2014) avec entre 933 et 13 302 sujets, ont été incluses dans des méta-analyses (Ibrahim et Al-Homaidh, 2011 ; Schmid et Leitzmann, 2014 ; Zhong et coll., 2014 ; *World Cancer Research Fund International*, 2014 ; Lahart et coll., 2015)

La méta-analyse d'Ibrahim incluant quatre grandes cohortes (10 383 femmes), a comparé la survie globale, spécifique et sans récurrence des femmes pratiquant une activité physique en post-diagnostic (2,8 à < 8,9 MET h/semaine ; ≥ 8 MET h/semaine ; ≥ 15 MET h/semaine) à celle des femmes ayant le niveau d'activité physique le plus bas (≤ 3 MET h/semaine) (Ibrahim et Al-Homaidh, 2011). À noter que les catégories comparées ne sont pas identiques dans chaque étude et se chevauchent légèrement dans la méta-analyse. Une activité physique pratiquée après un diagnostic de cancer du sein diminue de façon significative la mortalité par cancer du sein de 34 % (*hazards ratio* (HR) 0,66 [0,57-0,77]), la mortalité globale de 41 % (HR 0,59 [0,53-0,65]) et le taux de récurrence de cancer du sein de 24 % (HR 0,76 [0,66-0,87]). Le bénéfice le plus important est observé pour une activité physique de niveau intermédiaire à élevé (≥ 8 MET h/semaine). L'effet bénéfique de l'activité physique a été observé pour les tumeurs présentant des récepteurs aux œstrogènes, alors qu'aucun gain n'a été observé pour les tumeurs sans récepteurs aux œstrogènes (résultat fondé sur trois études).

La méta-analyse de Lahart et coll. (2015), incluant 9 études de cohorte (24 611 participantes, âge moyen 53 à 63,7 ans, suivi de 4,3 à 12,7 ans), retrouve une diminution de la mortalité globale de 48 % (HR 0,52 [0,43-0,64]) et une diminution de la mortalité par cancer du sein de 41 % (HR 0,59 [0,45-0,78]) chez les femmes dans la catégorie d'activité physique post-diagnostic la plus élevée comparé à celles ayant le niveau d'activité

physique le plus faible (Lahart et coll., 2015). La méta-analyse observe également une diminution de la mortalité globale de 46 % (HR 0,54 [0,38-0,76]) et une diminution de la mortalité par cancer du sein de 33 % (HR 0,67 [0,50-0,90]) pour une activité physique post-diagnostic conforme aux recommandations (≥ 8 MET h/semaine) *versus* une activité physique < 8 MET h/semaine.

Ces données sont comparables aux résultats de la revue systématique du *World Cancer Research Fund* (WCRF), qui observe une réduction de 38 % de la mortalité globale pour les patientes ayant les niveaux d'activité physique après diagnostic les plus élevés en comparaison de celles ayant les niveaux les plus bas (HR 0,62 [0,52-0,73]) (*World Cancer Research Fund International*, 2014). L'effet bénéfique sur la mortalité globale s'observe aussi bien pour l'activité physique totale (HR 0,63 [0,41-0,97]) que pour l'activité physique de loisir (HR 0,61 [0,52-0,74]). Les résultats des méta-analyses de Zhong et coll. (2014) et de Schmid et Leitzmann (2014) regroupent les quatre mêmes études (21 373 femmes) (Holick et coll., 2008 ; Irwin et coll., 2008 ; Irwin et coll., 2011b ; Beasley et coll., 2012) et vont dans le même sens (Zhong et coll., 2014 ; Schmid et Leitzmann, 2014). La pratique d'une activité physique après diagnostic (comparaison des niveaux d'activité les plus élevés aux niveaux les plus bas) est associée à une réduction de la mortalité globale de 48 % (RR = 0,52 [0,42-0,64]) et à une diminution de la mortalité spécifique de 28 % (RR = 0,72 [0,60 -0,85]) (Schmid et Leitzmann, 2014).

Les bénéfices de l'activité physique observés dans l'étude de Holmes, comparables aux résultats des méta-analyses en termes de réduction de mortalité globale (RR = 0,53 [0,37-0,75]) pour une activité physique ≥ 9 MET h/semaine, comparée à une activité physique < 3 MET h/semaine), se traduisent par un gain de survie globale à 10 ans de 6 % (Holmes et coll., 2005).

Relation dose-réponse

Trois méta-analyses (Schmid et Leitzmann, 2014 ; *World Cancer Research Fund International*, 2014 ; Zhong et coll., 2014) rapportent une relation dose-réponse linéaire pour l'activité physique pratiquée en post-diagnostic. Schmid et Leitzmann (2014) décrivent une réduction significative du risque de mortalité globale et spécifique avec l'augmentation du niveau d'activité physique. Ainsi, pour une augmentation de l'activité physique de 5, 10 et 15 MET h/semaine, les auteurs rapportent une diminution de la mortalité globale respectivement de 13 % (RR = 0,87 [0,80-0,94]), 24 % (RR = 0,76 [0,64-0,89]) et 34 % (RR = 0,66 [0,52-0,84]).

Schmid et Leitzmann (2014) analysent l'impact de l'évolution de l'activité physique avant et après le diagnostic (3 études, dont deux portant sur le cancer du sein (Irwin et coll., 2008 ; Irwin et coll., 2011b) et une sur le cancer colorectal (Meyerhardt et coll., 2006a). Concernant les femmes atteintes de cancer du sein, comparées aux femmes ayant maintenu le même niveau d'activité physique avant et après le diagnostic, l'augmentation du niveau d'activité physique après diagnostic est associée à une diminution significative du risque de mortalité globale (RR = 0,61 [0,46-0,80]) et une diminution non significative du risque de mortalité spécifique (RR = 0,71 [0,45-1,12]). Une baisse du niveau d'activité physique après diagnostic est associée à une augmentation non significative du risque de mortalité globale (RR = 1,72 [0,76-3,87]) et spécifique (RR = 1,28 [0,87-1,90]).

Analyses en sous-groupes et stratifications

Lahart et coll. et Ibrahim et coll. retrouvent un bénéfice plus important de l'activité physique post-diagnostic en termes de diminution de la mortalité spécifique pour les femmes ayant un $IMC \geq 25 \text{ kg/m}^2$, et en termes de réduction de la mortalité globale pour les femmes en post-ménopause (Ibrahim et Al-Homaidh, 2011 ; Lahart et coll., 2015). Aucune diminution significative n'est retrouvée pour les femmes non-ménopausées. Les données en fonction du statut des récepteurs hormonaux, notamment des récepteurs d'œstrogènes (ER) sont divergentes (Ibrahim et Al-Homaidh, 2011 ; *World Cancer Research Fund International*, 2014 ; Lahart et coll., 2015). Schmid et coll. (2014) n'observent pas de différence de bénéfice en fonction de l'IMC, du statut ménopausique et du statut des récepteurs hormonaux (Schmid et Leitzmann, 2014). Ces auteurs ne retrouvent pas non plus de différence de bénéfice, en fonction de l'ajustement ou non sur le traitement du cancer et le tabagisme.

Cancer du côlon

Quatre méta-analyses ont analysé l'impact de l'activité physique sur la survie, après le diagnostic d'un cancer colorectal (Des Guetz et coll., 2013 ; Je et coll., 2013 ; Schmid et Leitzmann, 2014 ; Wu et coll., 2016). Les trois premières méta-analyses regroupent six études prospectives avec 6 348 patients (Meyerhardt et coll., 2006a ; Meyerhardt et coll., 2006b ; Meyerhardt et coll., 2009 ; Baade et coll., 2011 ; Kuiper et coll., 2012 ; Campbell et coll., 2013), la méta-analyse de Wu inclut en plus l'étude de Arem et coll. (Arem et coll., 2016).

L'activité physique (de niveau élevé *versus* faible) après un diagnostic de cancer colorectal est associée à une diminution significative de la mortalité

globale d'environ 40 % : RR de 0,61 [0,52 à 0,71] ; 0,62 [0,54 à 0,71] ; 0,58 [0,48 à 0,70] et 0,58 [0,49-0,68] respectivement dans les quatre méta-analyses (Des Guetz et coll., 2013 ; Je et coll., 2013 ; Schmid et Leitzmann, 2014 ; Wu et coll., 2016). Dans les méta-analyses de Je et de Wu, une diminution significative de la mortalité globale est également observée pour les actifs (tous niveaux d'activité physique regroupés) *versus* les inactifs avec des RR respectivement de 0,76 [0,64-0,90] et de 0,71 [0,63-0,81] (Je et coll., 2013 ; Wu et coll., 2016). Une activité physique post-diagnostic (de niveau élevé *versus* faible) permet également une diminution significative de la mortalité spécifique de 35 % à 44 % selon les méta-analyses (Je et coll., 2013 ; Des Guetz et coll., 2013 ; Schmid et Leitzmann, 2014 ; Wu et coll., 2016). Les bénéfices de l'activité physique observés dans l'étude de Meyerhardt (668 hommes, âge médian 70 ans, stades I-III), comparables aux résultats des méta-analyses, en termes de diminution de la mortalité globale et spécifique (RR 0,59 [0,41-0,86] et 0,47 [0,24-0,92], respectivement pour une activité physique ≥ 27 MET h/semaine comparée à une activité physique < 3 MET h/semaine), se traduisent par un gain de survie globale à 10 ans de 9 % (Meyerhardt et coll., 2009).

Schmid et coll. (2014) rapportent une relation dose-réponse entre le niveau d'activité physique post-diagnostic et la diminution du risque de mortalité globale et spécifique. Ainsi, pour une augmentation de l'activité physique post-diagnostic de 5, 10 et 15 MET h/semaine, les auteurs rapportent une diminution de la mortalité globale respectivement de 15 % (IC 95 % [10-19]), 28 % (IC 95 % [20-35]) et 38 % (IC 95 % [28-47]).

Cancer de la prostate

Au total, quatre études prospectives ont évalué le bénéfice de l'activité physique sur le risque de récurrence et de décès chez des patients atteints de cancer de la prostate (Richman et coll., 2011 ; Kenfield et coll., 2011 ; Bonn et coll., 2015 ; Friedenreich et coll., 2016), mais n'ont pas fait l'objet d'une méta-analyse.

L'étude de Kenfield portant sur 2 705 patients (stade I, II, suivi médian post-diagnostic > 9 ans) rapporte une diminution significative de la mortalité globale pour :

- activité physique totale (≥ 9 MET h/semaine *versus* < 9 MET h/semaine : HR = 0,67 [0,56-0,82]) ;
- activité physique < 6 MET (≥ 10 h/semaine *versus* < 1 h/semaine : HR = 0,49 [0,35-0,69]) ;

- activité physique ≥ 6 MET (≥ 3 h/semaine *versus* < 1 h/semaine : HR = 0,51 [0,36-0,72]) ;
- marche (vitesse ≥ 3 km/h, plus de 1 h 30/semaine *versus* marche lente < 3 km/h ; HR = 0,54 [0,36-0,71]) avec des relations dose-réponse significatives.

Seule une activité physique intense (≥ 6 MET), pratiquée plus de 3 h par semaine (*versus* < 1 h/semaine), était associée à une diminution du risque de mortalité spécifique (HR = 0,39 [0,18-0,84]). Une autre étude des mêmes auteurs (Richman et coll., 2011) ayant inclus 1 455 patients (âge moyen 65 ans, stades T1, T2) avec un suivi plus court que la précédente, rapporte une diminution significative du taux de progression du cancer pour la vitesse de marche (indépendant de la durée hebdomadaire) avec une relation dose-réponse significative. L'impact sur la mortalité n'a pas été analysé.

Dans une cohorte de 4 623 patients atteints de cancer de la prostate localisé (âge moyen 63,1 ans), avec un suivi entre 10 et 15 ans, Bonn et coll. rapportent une diminution significative de la mortalité globale associée à une activité physique de loisir > 35 MET h/semaine (HR = 0,63 [0,52-0,77]) ; la marche ou du vélo > 20 min/jour (HR = 0,70 [0,57-0,86]) ; des travaux ménagers ≥ 1 h par jour (HR = 0,71 [0,59-0,86]) ; de l'exercice physique ≥ 1 h par semaine (HR = 0,74 [0,61-0,90]) (Bonn et coll., 2015). Une diminution significative de la mortalité spécifique a été observée pour la marche ou le vélo > 20 min/jour (HR = 0,61 [0,43-0,87]) et de l'exercice physique ≥ 1 h par semaine (HR = 0,68 [0,48-0,94]). Enfin, Friedenreich et coll. (2016), dans une étude prospective de 835 patients atteints de cancer de la prostate (stades II-IV, âge moyen 67,3 ans, suivi médian 15,5 ans), rapportent une diminution significative de la mortalité globale associée à un niveau d'activité physique plus élevé, avec une relation dose-réponse pour l'activité physique totale (diminution de 42 % pour une activité physique > 119 *versus* < 42 MET h/semaine, $p < 0,01$), l'activité physique de loisir, l'activité physique professionnelle, l'activité physique intense (≥ 6 MET). Pour la mortalité spécifique, seule l'activité physique de loisir montre un effet significatif, avec une relation dose-réponse (diminution de 40 % pour activité physique > 13 *versus* < 4 MET h/semaine, p trend 0,01) (Friedenreich et coll., 2016).

Autres cancers

578 Une étude prospective portant sur 580 femmes atteintes de cancer de l'endomètre (âge moyen 66,7 ans) avec un suivi médian de 7,1 ans, n'a pas

mis en évidence de bénéfice de l'activité physique post-diagnostic sur la survie après cancer de l'endomètre (Arem et coll., 2016). Une analyse poolée de 57 études portant sur l'effet de l'activité physique sur la mortalité spécifique et incluant des patients avec différents types de tumeurs solides, essentiellement des cancers du sein et du côlon, rapporte un effet plus important pour l'activité physique post-diagnostic (HR 0,60 [0,50-0,71], I² = 53,8 %) comparé à l'activité physique pré-diagnostic (HR = 0,86 [0,80-0,90], I² = 16,7 %) (Li et coll., 2016). Deux études prospectives suggèrent un bénéfice significatif de l'activité physique pré-diagnostic sur la survie après un cancer de l'ovaire (Zhou et coll., 2014 ; Cannioto et coll., 2016), mais le bénéfice de l'activité physique après diagnostic sur la survie n'a pas été évalué.

Conclusions sur l'activité physique pratiquée après le diagnostic et impact sur la survie

Les résultats des méta-analyses disponibles sont cohérents et montrent une association positive entre l'activité physique après le diagnostic, et la réduction du risque de récurrence et de la mortalité globale et spécifique chez des patients atteints de cancers non métastatiques, du sein (niveau de preuve B) et du côlon (niveau de preuve B). Un bénéfice similaire est observé dans plusieurs études prospectives pour le cancer de la prostate (niveau de preuve C). Aucune étude n'a montré un impact défavorable. Une relation dose-réponse est suggérée, l'effet positif apparaît d'autant plus important que le niveau d'activité physique est élevé pour les cancers du sein, du côlon (niveau B) et de la prostate (niveau C). De plus, le fait d'augmenter le niveau de l'activité physique post-diagnostic, par rapport au niveau pré-diagnostic, est associé à une réduction de la mortalité globale.

Mécanismes et marqueurs biologiques

Plusieurs mécanismes ont été proposés pour expliquer les effets de l'activité physique sur le risque de cancer et de rechute. Ces données proviennent essentiellement d'études conduites chez des femmes atteintes de cancer du sein, et suggèrent une influence de l'activité physique sur plusieurs voies de signalisation impliquées dans le développement et l'évolution tumorale, notamment la voie de signalisation de l'insuline, de l'inflammation chronique et de l'immunité et de la régulation hormonale (Ballard-Barbash et coll., 2012).

Métabolisme glucidique : insuline et IGF1

Chez les femmes atteintes de cancer du sein, l'hyperinsulinémie à jeun et la résistance à l'insuline sont associées à un risque augmenté de mortalité (Goodwin et coll., 2002 ; Duggan et coll., 2011). Un taux sanguin augmenté d'*Insulin-like Growth Factor-1* (IGF-1) est associé à un mauvais pronostic (Vadgama et coll., 1999 ; Hartog et coll., 2013) et une augmentation de la mortalité globale (Duggan et coll., 2013). L'insuline est impliquée dans la croissance tumorale et l'inhibition de l'apoptose secondaires à l'augmentation de synthèse et d'activité de l'IGF-1 (Pollak, 2008). L'association entre l'obésité, l'augmentation des taux d'IGF-1 et le développement et/ou la progression du cancer est bien établie. Des réponses biologiques à l'IGF-1 impliquent une augmentation de la prolifération tumorale et du caractère invasif, une résistance à l'apoptose et la promotion d'un microenvironnement tumoral inflammatoire. L'*IGF Binding Protein-3* (IGFBP-3) a un effet favorable sur l'induction de l'apoptose et l'inhibition de la croissance cellulaire.

Deux méta-analyses et deux revues non quantitatives ont analysé l'effet de l'activité physique sur l'insulinémie et l'IGF-1 (Ballard-Barbash et coll., 2012 ; Lof et coll., 2012 ; Meneses-Echavez et coll., 2016 ; Kang et coll., 2017). Une méta-analyse de 5 essais randomisés (Meneses-Echavez et coll., 2016) incluant au total 235 patientes atteintes de cancer du sein ($48 \pm 3,2$ ans), rapporte une diminution significative associée à l'activité physique après traitement adjuvant des taux circulants d'IGF-1, d'IGF-2, et une augmentation d'IGFBP-1 (*IGF Binding Protein-1*) et d'IGFBP-3, de l'insulinémie à jeun et de la résistance à l'insuline. Une méta-analyse de 7 essais randomisés incluant 369 patientes atteintes de cancer du sein décrit une diminution significative de l'insulinémie, mais n'observe pas de différence significative en termes de résistance à l'insuline (5 études), de taux d'IGF-1 (4 études) et d'IGFBP-3 (4 études) (Kang et coll., 2017). Les différences observées entre les deux méta-analyses, intégrant en grande partie les mêmes études, sont partiellement expliquées par l'utilisation de différentes mesures pour estimer la taille de l'effet : différence moyenne pondérée (Kang et coll., 2017) et différence moyenne standardisée (Meneses-Echavez et coll., 2016). Cette dernière semble préférable pour les études dont les critères de jugement, continus, sont semblables mais utilisent des outils de mesure différents.

Les deux revues non-quantitatives de Ballard-Barbash et coll. (2012) et Lof et coll. (2012) décrivent elles aussi une diminution de l'insulinémie et des données discordantes pour l'IGF-1 et l'IGFBP-3 (Ballard-Barbash et coll., 2012 ; Lof et coll., 2012). Si les taux plasmatiques d'IGF-1 sont soit augmentés, soit diminués, on retrouve de manière plus reproductible une

augmentation des taux plasmatiques d'IGFBP-3, cohérente avec une baisse de la disponibilité d'IGF-1 libre biologiquement actif (Inca, 2017).

À noter qu'il est parfois difficile de distinguer les effets propres de l'activité physique de ceux liés à une modification de la balance énergétique et des habitudes alimentaires, associé fréquemment à l'activité physique. Ainsi, dans la méta-analyse de Kang et coll. (2017), l'effet de l'activité physique sur la baisse de l'insulinémie était augmenté dans les études associées à des interventions de perte de poids (Kang et coll., 2017).

Pour le cancer colorectal, une analyse des données de 443 patients issus d'une cohorte de 41 528 sujets (40-69 ans) montre chez les patients actifs (194 patients, activité physique ≥ 3 fois/semaine), une relation positive entre la diminution de la mortalité spécifique (suivi médian 5,6 ans) et les concentrations plasmatiques d'IGFBP-3 (Haydon et coll., 2006).

Des études sont nécessaires pour d'autres localisations tumorales (Inca, 2017).

Inflammation

Plusieurs essais randomisés ont évalué l'effet de l'activité physique sur les biomarqueurs de l'inflammation (en particulier IL6, TNF α , protéine C réactive (CRP)), notamment chez les patientes atteintes de cancer du sein, et n'ont pas mis en évidence d'effet significatif de l'intervention d'activité physique sur les taux de ces marqueurs. L'IL6 et le TNF α sont des cytokines sécrétées par une grande variété de cellules et tissus, incluant les macrophages, le tissu adipeux et les muscles. Le TNF α est une cytokine pro-inflammatoire stimulant la production d'autres cytokines comme l'IL6. L'inflammation est un facteur de risque de cancer et favorise la croissance tumorale. Des taux élevés de CRP sont associés à une augmentation de la mortalité chez les femmes atteintes de cancer du sein (Irwin et coll., 2011a).

La méta-analyse de Kang et coll. (2017) rapporte une diminution à la limite de la significativité du taux de CRP (4 études, 175 patientes), associé à l'activité physique, mais pas d'effet sur les taux de TNF α (6 études, 233 patientes) et d'IL6 (9 études, 338 patientes) (Kang et coll., 2017). La méta-analyse de Meneses-Echávez et coll. (2016) ayant analysé 8 essais randomisés, incluant 475 femmes atteintes de cancer du sein (54 ± 4 ans), rapporte une diminution significative des taux d'IL6 (8 études), de TNF α (6 études) et d'IL8 (4 études), mais pas de différence significative des taux d'IL2 (2 études), d'IL10 (2 études) et de CRP (2 études) (Meneses-Echavez et coll., 2016).

En revanche, la méta-analyse de Kruijzen-Jaarsma et coll. (2013) portant sur 21 études, dont 10 essais randomisés, ne retrouve pas de variation des cytokines inflammatoires et anti-inflammatoires, ni de variation de la CRP au décours de programmes d'activité physique d'intensité élevée à modérée (Kruijzen-Jaarsma et coll., 2013).

L'activité physique agirait également sur l'immunité anti-tumorale. La méta-analyse de Kruijzen-Jaarsma et coll. (2013) rapporte une amélioration de l'activité cytotoxique des lymphocytes « *natural-killer* », mais des données divergentes existent concernant la prolifération des lymphocytes T (Kruijzen-Jaarsma et coll., 2013).

Adipocytokines

Les adipocytokines, produites principalement par le tissu adipeux, exercent des effets sur la croissance tumorale. La leptine, positivement associée à la masse grasse, stimule la prolifération, la migration et l'invasion cellulaire et possède des effets angiogéniques par une régulation positive du *Vascular Epithelial Growth Factor* (VEGF). L'adiponectine est inversement corrélée avec l'IMC et la masse grasse. Elle augmente la sensibilité à l'insuline et joue un rôle dans la régulation du métabolisme du glucose et dans l'inflammation. L'adiponectine inhibe la prolifération tumorale. Un taux sanguin diminué d'adiponectine chez des femmes atteintes de cancer du sein a été associé avec un moins bon pronostic (Duggan et coll., 2011). La méta-analyse de Kang et coll. (2017), sur la base de trois essais randomisés (65 patients) rapporte une augmentation non significative du taux d'adiponectine associé à l'activité physique (Kang et coll., 2017).

Hormones

L'activité physique exerce des effets directs et indirects sur la régulation des hormones sexuelles, par une diminution de la conversion des androgènes en œstrogènes par l'aromatase et une amélioration de la synthèse des globulines de transport des hormones sexuelles (ou SHBG), aboutissant à une réduction des taux d'œstrogènes libres. Un taux élevé d'estradiol est associé à un risque accru de récurrence du cancer du sein chez les femmes ménopausées (Rock et coll., 2008 ; Kim et coll., 2013a). À notre connaissance, aucune étude n'a évalué l'effet de l'activité physique sur le taux d'estradiol chez les femmes atteintes de cancer du sein.

Système immunitaire

Des auteurs indiquent que l'exercice peut modifier de façon significative le nombre et la fonction des cellules circulantes du système immunitaire inné (neutrophiles, monocytes, cellules NK) et, dans une moindre mesure, du système immunitaire adaptatif (cellules T et B) (Koelwyn et coll., 2015). Cependant, la question de savoir si la modulation du système immunitaire contribue aux propriétés antitumorales potentielles de l'exercice n'a pas été examinée en profondeur (Goh et coll., 2014).

En résumé, l'effet de l'activité physique chez les patients atteints de cancer a été associé à plusieurs mécanismes impliqués dans la régulation de la prolifération tumorale. Ces effets et mécanismes sont le mieux documentés pour le cancer du sein et certains ont été associés au pronostic chez les femmes atteintes de cancer du sein. Les données sont cohérentes en faveur d'un effet positif sur la régulation glycémique et inflammatoire (niveau de preuve B) pouvant avoir un effet favorable sur l'environnement tumoral. Il est parfois difficile de distinguer les effets propres de l'activité physique, notamment *via* un effet positif sur la composition corporelle et une diminution de la masse grasse, de ceux liés à la réduction du poids secondaire à une balance énergétique plus favorable. Aussi, les données de la littérature ne permettent pas de conclure à un lien de causalité entre les effets biologiques associés à l'activité physique et l'impact sur la survie des patients atteints de cancer. Plus particulièrement, le lien entre les changements systémiques et l'effet au niveau tumoral restent à élucider (Ashcraft et coll., 2016).

Effets indésirables de l'activité physique

Globalement, peu d'effets secondaires sont rapportés dans les études ayant évalué l'activité physique chez les patients atteints de cancer (Speck et coll., 2010 ; Schmitz et coll., 2010 ; Jones, 2011 ; Crandall et coll., 2014 ; Gardner et coll., 2014 ; Meneses-Echavez et coll., 2015b ; Dennett et coll., 2016 ; Furmaniak et coll., 2016). La fréquence des effets secondaires dans le bras intervention semble comparable à celle du bras contrôle ou de la population générale (Morey et coll., 2009 ; Bourke et coll., 2016). Jones (2011) a revu 118 études d'activité physique (44 % d'essais randomisés ; 5 529 patients atteints de cancer (36 % cancer du sein, 20 % cancer du poumon et 34 % incluant plusieurs types de tumeurs solides), âge moyen 53 ± 11 ans, 56 % de femmes) (Jones, 2011). La majorité des études portait sur l'activité physique après chirurgie, dont 41 % pendant et 24 % après les traitements adjuvants. Seules 16 études (14 %) avaient évalué spécifiquement les effets

indésirables et avaient enregistré, au total, 101 effets indésirables très variés (88 durant un test d'exercice et 13 durant l'activité physique), correspondant à un taux de 6,3 %. Pendant les tests d'exercice, les effets indésirables les plus fréquents étaient cardiovasculaires (64 %, sous-décalage du segment ST (n = 32), réponse réduite de la fréquence cardiaque ou de la pression artérielle (n = 13), ischémie (n = 11)) et des douleurs (13 %). Les 13 effets indésirables survenus durant l'exercice, dont un décès (cause de décès non précisée), étaient de nature et de gravité très variables.

Les six essais randomisés inclus dans la méta-analyse de Jones (2011) ont renseigné les effets indésirables. Au total, 13 effets indésirables pour 571 patients adultes (2,3 %) ont été rapportés, deux au cours de tests d'exercices cardiorespiratoires, neuf au cours de l'activité physique, dont un infarctus du myocarde, ainsi que deux chez des patients des groupes contrôle (Jones, 2011). Parmi les 82 études incluses dans la méta-analyse de Speck et coll. (2010, voir ci-dessus), 36 (44 %) ont documenté la présence ou l'absence d'effets secondaires durant l'intervention d'activité physique, dont 29 (80 %) rapportent l'absence d'effets indésirables (Speck et coll., 2010). Morey et coll. (2009) dans leur essai randomisé de 641 patients (survivants d'un cancer colorectal, du sein ou de la prostate, âgés de 65 à 91 ans, IMC ≥ 25 et < 40), rapportent 201 événements, sans différence entre les 2 bras. Seuls 5 effets étaient attribuables à l'activité physique (Morey et coll., 2009).

Dans la méta-analyse de Dennett et coll. (2016), 22 des 42 essais randomisés (52 %) ayant documenté des effets indésirables de l'activité physique, rapportent des effets indésirables ayant conduit à l'arrêt de l'activité physique pour 19 patients (1 %), incluant vertiges, fatigue, douleurs osseuses, douleurs thoraciques, infarctus du myocarde, anémie, dyspnée (Dennett et coll., 2016). D'autres effets secondaires sans impact sur la participation, incluaient des douleurs du dos, des jambes ou des inconforts post exercice. Les effets secondaires ne sont pas augmentés par l'activité physique comparés au bras contrôle et ne diffèrent pas en fonction du type et de l'intensité de l'activité physique.

À noter une augmentation de la fatigue associée à l'activité physique d'un niveau d'intensité élevé mise en évidence dans plusieurs méta-analyses (voir ci-dessus).

Dans une revue de 20 études (Crandall et coll., 2014) ayant évalué l'activité physique en pré- et/ou post-opératoire, neuf études (45 %) ont évalué les effets indésirables de l'activité physique. Seuls deux essais rapportent des complications attribuables à l'activité physique : une baisse de la pression artérielle systolique supérieure à 20 mmHg chez deux patients et des douleurs

ostéo-articulaires chez trois patients ; les sept autres études ne rapportent aucun effet indésirable. Chez les femmes atteintes de cancer du sein, plusieurs essais randomisés et méta-analyses (McNeely et coll., 2010 ; Cheema et coll., 2014 ; Paramanandam et Roberts, 2014 ; Keilani et coll., 2016 ; Singh et coll., 2016b) montrent l'absence de complications ou de détérioration du lymphœdème associées à la pratique d'une activité physique pendant ou après le traitement adjuvant (voir ci-dessus).

Deux recommandations pour la pratique clinique (Schmitz et coll., 2010 ; Segal et coll., 2017) concluent, sur la base des données de la littérature, que la pratique d'une activité physique est sans risque pour des patients atteints de cancer, pendant et après les traitements, et que la fréquence des effets indésirables est similaire à celle observée chez des personnes indemnes de cancer. Il n'existe pas de contre-indications absolues à la pratique d'une activité physique. Il est nécessaire d'évaluer en préalable à la pratique d'une activité physique les comorbidités, notamment cardiovasculaires, et effets latents des traitements pouvant engendrer un risque pour le patient, et adapter l'activité physique aux conditions du patient (Schmitz et coll., 2010 ; Segal et coll., 2017 ; Inca, 2017 ; NCCN, 2017).

Contre-indications et précautions

Plusieurs sociétés savantes internationales et institutions (Schmitz et coll., 2010 ; Rock et coll., 2012 ; Brown et Schmitz, 2014 ; Bouillet et coll., 2015 ; Inca, 2017 ; NCCN, 2017) ont établi des recommandations listant les situations cliniques, les comorbidités et les médicaments représentant des contre-indications relatives ou temporaires à la pratique d'une activité physique et nécessitant en conséquence une adaptation des exercices. Les états suivants constituent des contre-indications à l'exercice physique : fatigue extrême, anémie prononcée (hémoglobine $\leq 8 \text{ g.dL}^{-1}$), plaquettes $< 50\,000/\text{mm}^3$, leucocytes $< 1\,500/\text{mm}^3$, suites précoces de chirurgie (risque de déhiscence de cicatrice, d'hémorragie), syndrome infectieux sévère en cours d'évolution, décompensation de pathologie cardiopulmonaire, lésions osseuses lytiques du rachis ou des os longs (la contre-indication concerne la mobilisation du membre atteint), dénutrition sévère. Si ces situations représentent des contre-indications à la pratique d'une activité physique, la majorité peuvent être temporaires.

À noter également que ces contre-indications n'interdisent pas la pratique de soins de rééducation qui peuvent permettre la mobilité articulaire et l'entretien de la masse musculaire (Inca, 2017). Les patients présentant une

fatigue importante peuvent être encouragés à pratiquer 10 min d'exercice de faible intensité par jour.

Les recommandations insistent de façon unanime sur la nécessité de réévaluer régulièrement l'état du patient et d'adapter l'activité physique pour ne pas freiner l'engagement dans un comportement actif par la pratique régulière d'activité physique d'intensité modérée pendant les traitements, et dans les suites d'un cancer.

Situations particulières pouvant nécessiter des précautions et une adaptation de l'activité physique

Il est important d'adapter l'activité physique à l'état clinique des patients et de personnaliser les recommandations en fonction d'éventuels effets indésirables des traitements, ou des comorbidités. Une adaptation de la prescription d'exercices physiques sera nécessaire notamment pour les patients dans les situations suivantes :

- comorbidités cardiovasculaires ou insuffisance pulmonaire (facteurs de risque cardiovasculaires, antécédent familial de mort subite, pathologie cardiovasculaire grave, bronchopneumopathie chronique obstructive) pouvant nécessiter une adaptation de l'intensité de l'activité physique ;
- ostéoporose et métastases osseuses avec risque de fracture élevé ;
- amyotrophie importante ;
- neuropathie périphérique induite ou non par les traitements pouvant gêner la pratique de l'activité physique (troubles de la proprioception) et entraîner un risque de chute ;
- altérations de la mobilité et de la stabilité des articulations de l'épaule (NCCN, 2017) ;
- lymphœdème d'un membre. Il n'y a pas de risque de lymphœdème associé à la pratique d'exercices à visée cardiorespiratoire/aérobie ou à la pratique de renforcement musculaire des membres non affectés (NCCN, 2017) ;
- stomies digestives ou urinaires. Elles ne constituent pas un obstacle en soi, dès lors que le patient est devenu autonome ;
- réponse immunitaire diminuée. Éviter les gymnases et piscines publics. Les patients post-greffe devraient éviter ces lieux pendant un an après transplantation ;
- pas d'activité aquatique pendant et jusqu'à 2-3 mois après la radiothérapie (marquage radiothérapie, perméabilité membranaire => risque d'infection).

Des patients avec des cathéters à demeure ou des tubes alimentaires devraient être prudents et éviter piscine, lac, mer ou autres risques microbiens pouvant entraîner des infections, mais aussi des exercices de renforcement musculaire impliquant des muscles dans la région de la sonde, afin d'éviter son délogement.

Activité physique en fonction des étapes de la maladie et de sa prise en charge

Le Plan cancer 2014-2019 et les recommandations de l'HAS prévoient de systématiser, dans le parcours des patients atteints de cancer, une démarche de prévention incluant la réduction de la sédentarité et l'augmentation du niveau d'activité physique. Si les médecins reconnaissent les bénéfices de l'activité physique, les conseils donnés aux patients ne correspondent pas toujours aux recommandations en matière d'activité physique (Cantwell et coll., 2017).

Les objectifs et indications de l'activité physique peuvent varier en fonction de l'étape de la maladie et des traitements. Ainsi l'activité physique pendant les traitements et la phase post-thérapeutique vise à prévenir le déconditionnement physique, la perte de la masse musculaire et la prise de poids, la fatigue, la détérioration de la qualité de vie, ainsi que certains effets secondaires de la maladie. L'activité physique après traitement vise à améliorer la condition physique, la fatigue et la qualité de vie, à prévenir le développement de comorbidités et de cancers secondaires et à réduire ses risques de morbidité et de mortalité sur le long terme.

Avant traitement

Plusieurs études ont posé la question du bénéfice d'une intervention en activité physique en pré-opératoire, notamment pour le cancer bronchopulmonaire. Une revue qualitative de 18 études (966 patients, âge 54-71 ans) portant sur le cancer du poumon (11), la prostate (4) et d'autres localisations notamment abdominales (côlon, rectum, foie...), ayant évalué l'impact de l'activité physique pré-opératoire, conclut à une amélioration des capacités fonctionnelles (marche) et cardiorespiratoires ($\dot{V}O_2$ max, fréquence cardiaque, débit cardiaque) (Singh et coll., 2013).

Trois méta-analyses ont revu des données concernant la place de l'activité physique en pré-ou post-opératoire chez les patients atteints de cancer bronchopulmonaire (Ni et coll., 2016 ; Sebio et coll., 2016 ; Mainini et coll.,

2016). Ni et coll. (2016), dans une méta-analyse de 15 études (350 patients, âge 54-70 ans), rapportent une diminution significative de la durée d'hospitalisation de 5 jours et des complications post-opératoires, associée à l'activité physique en pré-opératoire. La méta-analyse de Sebio-Garcia (Sebio et coll., 2016), sur la base de 21 études (1 189 patients, âge moyen 64,6 ans), rapporte une amélioration significative de la fonction pulmonaire et une diminution significative de l'hospitalisation post-opératoire de 5 jours. Mainini et coll. (2016), dans une revue qualitative de six études, concluent que les données sont hétérogènes et ne permettent pas de trancher sur le type d'activité physique pré-opératoire le plus approprié (Mainini et coll., 2016). Boereboom et coll. (2016), dans une revue qualitative de 8 études (âge 58-70 ans) dans le cancer colorectal, concluent à une amélioration de la condition physique pré-opératoire, mais les données sont insuffisantes pour conclure à une diminution du risque péri-opératoire ou une amélioration des résultats post-opératoires (Boereboom et coll., 2016). Une revue systématique de 4 études de petite taille ayant évalué l'activité physique concomitante à des traitements néo-adjuvants dans le cancer du sein (3 études) et cancer du rectum localement avancé (1 études), montre la faisabilité de l'activité physique et une bonne observance (Loughney et coll., 2016). En revanche, les auteurs concluent à l'insuffisance des données pour juger de l'impact sur d'autres paramètres. Dans le cancer de la prostate, la pratique d'une activité physique préalable à une prostatectomie pourrait prévenir le risque d'incontinence, mais l'impact sur la réduction des effets indésirables post-chirurgie ou post-radiothérapie reste à confirmer (Inca, 2017).

Les données suggèrent un bénéfice de l'activité physique pré-opératoire sur la condition physique, la durée d'hospitalisation et les complications post-opératoires chez les patients atteints de cancer broncho-pulmonaire (niveau de preuve B/C).

Pendant les traitements et la phase post-thérapeutique

La majorité des patients réduisent leur activité physique après un diagnostic de cancer ou durant les traitements de la maladie (Foucaut, 2013 ; Fassier et coll., 2016). Le fait d'avoir un cancer à un stade avancé, de recevoir une chimiothérapie, la fatigue et des douleurs sont des facteurs associés à une baisse plus importante de l'activité physique. Les méta-analyses montrent de façon convergente de nombreux bénéfices et l'absence de risque à pratiquer une activité physique en post-opératoire et pendant la phase de traitement par chimiothérapie, hormonothérapie et radiothérapie. Les bénéfices démontrés concernent notamment l'amélioration des capacités cardiorespiratoires,

de la force musculaire, de la qualité de vie et la réduction de la fatigue. Il a été suggéré que l'activité physique pendant les traitements contribue à contenir l'installation de la fatigue, alors qu'après les traitements, l'activité physique favorise la récupération (Puetz et Herring, 2012 ; Inca, 2017).

Les études suggèrent également des bénéfices possibles sur certains types de douleur, des neuropathies périphériques chimio-induites et du taux de réalisation de la chimiothérapie, mais ces données nécessitent confirmation.

Si les méta-analyses n'ont pas mis en évidence d'effets secondaires particuliers de l'activité physique chez les patients atteints de cancer, il convient d'évaluer de façon systématique dans cette population l'état clinique des patients, l'existence de comorbidités et d'effets secondaires des traitements anticancéreux (cf. ci-dessus) pouvant nécessiter une adaptation de l'activité physique en fonction des limitations identifiées ou représenter des contre-indications relatives. Le bilan pré-exercice comprend également une évaluation du niveau d'activité physique habituel, une évaluation des préférences/motivations du patient et des freins à la pratique sur les plans physiques, psychologiques, environnementaux et économiques ainsi qu'un bilan fonctionnel des capacités physiques, cognitives et sensorielles (Inca, 2017).

L'objectif de l'activité physique pendant les traitements sera de prévenir la réduction du niveau d'activité et le déconditionnement des patients, dès le début de la prise en charge, de limiter les temps de sédentarité, et de favoriser l'adoption et le maintien d'une activité physique régulière au long cours. Si les méta-analyses des études prospectives ont montré une relation dose-réponse linéaire entre le niveau d'activité physique et la mortalité globale et spécifique ainsi qu'une diminution significative de la mortalité globale et spécifique pour l'augmentation du niveau d'activité physique post-diagnostic, comparé au niveau d'activité physique pré-diagnostic, les méta-analyses ayant évalué les bénéfices en termes de fatigue et de qualité de vie, suggèrent un effet plus favorable pour une activité physique de niveau modéré à intense comparé à une activité physique d'intensité élevée (Pastakia et Kumar, 2011 ; Mishra et coll., 2012b ; Carayol et coll., 2013 ; Dennett et coll., 2016). Comparé à un niveau d'intensité élevé, une activité physique de niveau modéré à intense semble favoriser l'adhésion des patients et le maintien dans la durée (Segal et coll., 2017). En revanche, le bénéfice d'activité physique de faible intensité n'a pas montré de bénéfice sur la réduction du niveau de fatigue comparé à des groupes contrôles (Cramp et Byron-Daniel, 2012 ; Buffart et coll., 2012). Trois méta-analyses montrent que la prescription de l'activité physique dans des programmes supervisés (Sweegers et coll., 2017 ; Buffart et coll., 2017) ou semi-supervisés (Bluethmann et coll., 2015) a un bénéfice supérieur comparé à des programmes non-supervisés en termes de

capacité physique et de qualité de vie (Sweegers et coll., 2017 ; Buffart et coll., 2017) et de changement de pratiques d'activité physique (Bluethmann et coll., 2015).

Il est recommandé de combiner des activités de type aérobie et du renforcement musculaire, en augmentant progressivement la fréquence, la durée et l'intensité de l'activité physique (Stene et coll., 2013 ; Sasso et coll., 2015 ; Inca, 2017 ; Segal et coll., 2017). D'après les données de plusieurs méta-analyses, un programme d'activité physique combinant activité aérobie et renforcement musculaire a un effet plus important sur l'IMC, la masse musculaire et la composition corporelle qu'une activité aérobie seule (McNeely et coll., 2006 ; Kim et coll., 2009 ; Speck et coll., 2010 ; Wolin et coll., 2010 ; Fong et coll., 2012 ; Inca, 2017). La combinaison optimale des deux types d'activité physique reste à déterminer (Sasso et coll., 2015). La méta-analyse de Kim et coll. (2009), sur la base d'une analyse en sous-groupes, rapporte un effet plus important sur la masse musculaire et le pourcentage de masse grasse lorsque l'activité physique est réalisée pendant les traitements comparé à l'activité physique débutée après traitement (Kim et coll., 2009).

Après un cancer

La survie relative à 5 ans après un cancer est aujourd'hui supérieure à 50 %, voire 60 % selon les publications. En France, environ 3 millions de personnes vivent avec ou après un cancer. La moitié des patients est âgée de 70 ans ou plus. Les patients après un cancer du sein, un cancer de la prostate et un cancer colorectal représentent environ la moitié de cette population, suivie des hémopathies malignes et du cancer de l'endomètre (Siegel et coll., 2012). Les taux de survie à 5 ans, tous stades confondus, se situent entre 80 et 90 % pour les cancers du sein et de la prostate et de 50 à 60 % pour le cancer colorectal. Les symptômes, tels que la fatigue, une capacité cardiovasculaire et une force musculaire réduites, une diminution de la qualité de vie, des douleurs, un lymphœdème et une neuropathie peuvent perdurer dans le temps. Selon l'INCa (étude VICAN5), 50 % des personnes rapportent une fatigue cliniquement significative 5 ans après un cancer.

Selon les études, 50 à 75 % des patients après un cancer ne suivent pas les recommandations en termes d'activité physique (Blanchard et coll., 2003 ; Eakin et coll., 2007). Selon l'enquête française Vican2 « La vie deux ans après un diagnostic de cancer », menée en France en 2012 auprès de 4 349 patients atteints de cancer, parmi les personnes qui avaient au moment du diagnostic une activité physique régulière (domestique et/ou professionnelle), la moitié ont diminué ou arrêté l'activité physique. Seuls 10 % l'ont

augmentée (Inca, 2014). L'étude de cohorte française Nutrinet a comparé l'activité physique avant diagnostic à l'activité physique post-diagnostic chez 942 patients atteints de cancer (âge moyen 59 ans, temps de suivi moyen $42 \pm 16,7$ mois). Les principales localisations concernaient le cancer du sein ($n = 342$), de la prostate ($n = 152$), de la peau ($n = 102$), et du côlon-rectum ($n = 64$). Le niveau d'activité physique totale et l'activité physique intense diminuaient de façon significative après le diagnostic, notamment chez les patients de plus de 60 ans, les hommes et les patients ayant arrêté leur activité professionnelle. Une augmentation significative de la sédentarité, notamment chez les femmes, les patients de plus de 60 ans et les patients ayant arrêté leur activité professionnelle est observée (Fassier et coll., 2016).

Les personnes après un cancer présentent un risque accru de développer un second cancer primitif (Jegu et coll., 2014 ; Morton et coll., 2014), des maladies cardiovasculaires, un syndrome métabolique et une ostéoporose (Jung et coll., 2012 ; Jacobs et Shulman, 2017). Les pathologies cardiovasculaires constituent une cause de décès prépondérante chez les survivants 10 ans après un cancer du sein, de l'endomètre ou d'un cancer colorectal (Vijayvergia et Denlinger, 2015). Dans une étude de cohorte canadienne incluant 1 526 survivants du cancer et 6 034 témoins, âgés de 35 à 69 ans (tous type de cancer confondus), les survivants du cancer présentaient un risque augmenté de pathologies cardiovasculaires, d'hypertension et de diabète (Keats et coll., 2017). Comparé au groupe ayant un faible niveau d'activité physique, ceux ayant un niveau modéré ou élevé d'activité physique développaient significativement moins de facteurs de risque (hypertension OR = 0,73 ; IC 95 % [0,64-0,84] ; diabète OR = 0,66 ; IC 95 % [0,58-0,76]), et ceci également après ajustement sur le tabagisme, l'alcool, la consommation de fruits et légumes, la sédentarité, le tour de taille, l'IMC (mais pas après ajustement sur l'adiposité abdominale).

Pour la plupart des symptômes persistant à distance de la maladie, les essais randomisés chez les patients atteints de cancer ont montré un bénéfice de l'activité physique (cf. ci-dessus). De plus, les résultats des méta-analyses des études épidémiologiques montrent un bénéfice en termes de survie pour les pathologies cancéreuses les plus fréquentes chez les survivants après un cancer. Le surpoids, l'obésité et la prise de poids pendant et après un cancer sont associés à une augmentation de risque de 2^e cancer (Druesne-Pecollo et coll., 2012 ; *World Cancer Research Fund International*, 2014), mais l'impact de l'activité physique sur le risque de 2^e cancer n'a pas été étudié (*World Cancer Research Fund International*, 2014). De même, les effets de l'activité physique sur les maladies cardiovasculaires et le diabète n'ont pas été étudiés spécifiquement chez les survivants d'un cancer, mais il est raisonnable de

penser que les effets bénéfiques de l'activité physique ne différeraient pas de ceux observés dans la population générale.

En l'absence de limitations liées à la pathologie cancéreuse ou ses traitements, une activité physique régulière conforme aux recommandations de l'activité physique en population générale est recommandée chez les personnes après un cancer (niveau de preuve A). Les recommandations concernant l'évaluation des comorbidités et contre-indications relatives ainsi que l'adaptation et la progressivité de l'activité physique s'appliquent également aux patients après un cancer.

Patients atteints d'un cancer à un stade avancé ou en situation palliative

Une question centrale pour la programmation de l'activité physique est la visée choisie par les équipes d'oncologues et de soins de support en accord avec le patient. Dans une perspective de prévention, il s'agira notamment de permettre au patient de modifier son mode de vie s'il est sédentaire et d'intégrer régulièrement des séances d'activité physique comme d'autres soins. L'activité physique contribuera à faciliter le retour à une vie aussi normale que possible, notamment à travers la vie professionnelle (Duijts et coll., 2017). Au contraire, dans une visée palliative, l'amélioration de la qualité de vie est la finalité pour celui qui conçoit un programme d'activité physique. Le plaisir ressenti lors de la pratique est déterminant. En revanche, il faut se garder de donner de faux espoirs à des patients en stade avancé en leur faisant croire à des vertus curatives du cancer par l'activité physique.

À ce jour, relativement peu d'études ont évalué l'activité physique chez des patients atteints de cancer à un stade avancé ou en situation palliative. Les cancers de stades avancés sont le plus souvent exclus des études pendant et après les traitements, en l'argumentant par des difficultés de faisabilité et des barrières à la pratique (Mas et coll., 2015). Pourtant, cinq revues systématiques chez des patients atteints de cancer avancé suggèrent la faisabilité et la sécurité de la pratique d'activité physique (Lowe et coll., 2009 ; Beaton et coll., 2009 ; Albrecht et Taylor, 2012 ; Dittus et coll., 2017 ; Heywood et coll., 2017). La revue systématique de Dittus et coll. (2017) de 26 études avec des populations hétérogènes suggère que l'activité physique, chez des personnes atteintes d'un cancer avancé, permet de maintenir ou d'améliorer la condition physique et les fonctions physiques, de diminuer la fatigue et d'améliorer la qualité de vie. Une étude contrôlée randomisée (Oldervoll et coll., 2011), menée auprès de 231 patients atteints de différents cancers métastatiques, a montré une amélioration des capacités physiques fonctionnelles chez les patients randomisés dans le groupe interventionnel (n = 131,

81 femmes, 40 hommes ; activité physique supervisée de 8 semaines) mais pas de changement du niveau de fatigue, par rapport au groupe contrôle (n = 110 avec n = 63 femmes et n = 47 hommes). D'autres études chez des patients atteints de différents types de cancer à un stade avancé ont également suggéré une amélioration des capacités fonctionnelles, mais sans amélioration de la qualité de vie, de l'anxiété ou la symptomatologie dépressive (Hwang et coll., 2012 ; Kuehr et coll., 2014 ; Quist et coll., 2015 ; Ligibel et coll., 2016). Cependant, la dose d'activité physique réalisable et optimale, chez les patients atteints de cancer avancé, reste à déterminer.

L'activité physique pourrait améliorer les capacités physiques fonctionnelles chez les patients atteints d'un cancer à un stade avancé (niveau de preuve B/C). Compte tenu de la diversité des situations cliniques, les données de la littérature sont insuffisantes pour formuler des recommandations systématiques. La pratique de l'activité physique en situation palliative doit être personnalisée en fonction de l'état clinique des patients et des comorbidités. Des études randomisées sont nécessaires pour confirmer les effets bénéfiques de l'activité physique chez les patients en situation palliative.

Conclusion et perspectives

Les nombreuses études prospectives, essais randomisés et méta-analyses permettent de conclure à un ratio bénéfice-risque favorable de l'activité physique sur les conséquences de la maladie et effets secondaires des traitements. Toutefois, la taille des échantillons dans nombre de ces études est limitée et le suivi de courte durée. La revue de littérature permet d'identifier plusieurs domaines et questions où les données scientifiques font actuellement défaut et qui devront faire l'objet de futures études pour améliorer les connaissances.

Ainsi, la plupart des études a porté sur les cancers les plus fréquents, à savoir les cancers du sein, du côlon et de la prostate, et des études randomisées complémentaires sont nécessaires pour mieux connaître le bénéfice de l'activité physique dans d'autres types de cancer. La grande majorité des études s'est intéressée aux personnes atteintes de cancer à un stade précoce. Des études randomisées sont nécessaires pour évaluer la place de l'activité physique dans la prise en charge des personnes atteintes de cancer à un stade avancé.

Les patients inclus dans les études existantes présentent souvent une meilleure condition physique et parfois un âge plus jeune que les patients en pratique courante (Lynch et coll., 2013). Il est nécessaire d'évaluer davantage le bénéfice de l'activité physique dans des populations de patients

insuffisamment étudiés à ce jour, notamment les patients âgés et/ou ayant des comorbidités, les patients inactifs, présentant une qualité de vie détériorée, ainsi que les patients en situation précaire. L'évaluation des bénéfices de l'activité physique dans ces différentes populations de patients doit s'accompagner d'une meilleure documentation des caractéristiques des non-participants ainsi que d'une évaluation plus systématique des effets secondaires. Compte tenu du rôle possible indépendant de la sédentarité sur la santé des patients après un cancer, celle-ci doit être mieux évaluée et ses mécanismes analysés. Dans la littérature, la nécessité de coupler les programmes d'activité physique avec une intervention nutritionnelle est rappelée (Inca, 2017).

L'évaluation du bénéfice de l'activité physique sur le taux de réalisation complète du traitement prévu et le rôle de l'activité physique dans la gestion des effets secondaires tels que les douleurs, la cardiotoxicité, la neuropathie chimio-induite et la densité minérale osseuse, ainsi que les capacités cognitives, est à envisager dans des études avec une puissance suffisante. Plusieurs voies dérégulées par l'obésité et impliquées dans la résistance thérapeutique observée chez les patients obèses (Lashinger et coll., 2014), sont favorablement influencées par l'activité physique. L'étude de l'impact de l'activité physique sur la résistance thérapeutique, notamment chez les patients en surpoids ou obèses serait pertinente.

De futurs essais devront identifier les caractéristiques de l'activité physique (type, durée, fréquence et intensité) les plus efficaces ainsi que les interventions permettant de modifier favorablement et durablement les comportements liés à l'activité physique chez les patients atteints de cancer (Courneya et coll., 2015). Compte tenu des bénéfices démontrés de l'activité physique, comparer dans de futurs essais l'activité physique *versus* l'absence d'activité physique semble aujourd'hui discutable d'un point de vue éthique (Inca, 2017). En conséquence, les études devraient proposer de comparer différentes modalités d'activité physique.

Une meilleure compréhension des facteurs favorisant le maintien de l'activité physique dans le temps et des études permettant de déterminer comment implémenter l'activité physique au-delà des programmes supervisés initiaux seraient nécessaires, afin que l'activité physique s'inscrive sur le long terme. L'évaluation des bénéfices sur le long terme en prévention tertiaire, notamment en termes d'amélioration durable de la qualité de vie, d'évolution des effets secondaires des traitements et de l'incidence des comorbidités et de seconds cancers s'avère aussi importante.

L'impact positif de l'activité physique sur la réduction de la mortalité et du risque de récurrence, chez des patients atteints de cancers non métastatiques, du sein, du côlon et de la prostate, mis en évidence de façon convergente dans des cohortes prospectives, doit être confirmé par des essais randomisés afin de permettre de conclure à une relation causale entre survie et activité physique post-diagnostic. La réalisation de tels essais soulève des questions d'ordre méthodologique. Ainsi, l'estimation de la taille de l'échantillon permettant une puissance suffisante pour détecter un effet significatif en termes de réduction de la mortalité globale ou spécifique est comprise entre 2 600 et plus de 11 000 patients, en fonction de la durée du suivi (trois ou cinq ans) et de réduction du rapport de risque envisagé (Ballard-Barbash et coll., 2009 ; Romieu et coll., 2012). La réalisation d'un essai randomisé de cette taille doit donc se faire impérativement de façon multicentrique, à un niveau national, voire international. Identifier et valider des marqueurs biologiques intermédiaires dans la voie causale entre l'activité physique et la survie comme critères de substitution de la survie globale (*surrogate endpoints*) faciliterait ce type d'études.

Par ailleurs, le rôle joué par les modulations spécifiques de la masse musculaire sur les marqueurs métaboliques n'a pas été étudié. De plus, il serait intéressant d'étudier l'impact de l'activité physique sur des marqueurs tels que les cellules adipeuses stromales pour le cancer du sein, les cellules tumorales circulantes, des microARNs ou des marqueurs de stress oxydant (Goh et coll., 2014 ; Hayes et coll., 2016).

Des études permettant une meilleure compréhension des mécanismes biologiques impliqués dans l'association entre activité physique et survie sont nécessaires. Connaître la relation entre l'exercice et l'axe inflammatoire-immunitaire pourrait permettre d'optimiser l'efficacité de l'exercice concomitant aux traitements adjuvants (Goh et coll., 2014). Les études devraient également s'efforcer de mieux comprendre les facteurs modifiant l'effet de l'activité physique, tels que l'IMC, la perte/prise de poids, le statut ménopausique, le statut des récepteurs d'œstrogènes pour les cancers du sein, mais également l'interaction de l'activité physique avec l'impact métabolique des traitements (hormonothérapie, chimiothérapie).

Le rôle de la sédentarité¹¹⁷ doit également être envisagé de manière plus systématique dans les futures études. En effet, de nouvelles données suggèrent que la sédentarité représente un risque spécifique pour la santé de patients atteints de cancer (Lynch, 2010 ; Bourke et coll., 2014). Les mécanismes

117. Voir le glossaire pour la définition.

biologiques expliquant les effets de la sédentarité sur la sévérité de la maladie doivent être élucidés (Inca, 2017).

RÉFÉRENCES

Adams SC, Segal RJ, McKenzie DC, *et al.* Impact of resistance and aerobic exercise on sarcopenia and dynapenia in breast cancer patients receiving adjuvant chemotherapy: a multicenter randomized controlled trial. *Breast Cancer Res Treat* 2016 ; 158 : 497-507.

Ades F, Zardavas D, Pinto AC, *et al.* Cardiotoxicity of systemic agents used in breast cancer. *Breast* 2014 ; 23 : 317-28.

Albrecht TA, Taylor AG. Physical activity in patients with advanced-stage cancer: a systematic review of the literature. *Clin J Oncol Nurs* 2012 ; 16 : 293-300.

Arem H, Pfeiffer RM, Moore SC, *et al.* Body mass index, physical activity, and television time in relation to mortality risk among endometrial cancer survivors in the NIH-AARP Diet and Health Study cohort. *Cancer Causes Control* 2016 ; 27 : 1403-9.

Argiles JM, Busquets S, Stemmler B, *et al.* Cancer cachexia: understanding the molecular basis. *Nat Rev Cancer* 2014 ; 14 : 754-62.

Ashcraft KA, Peace RM, Betof AS, *et al.* Efficacy and mechanisms of aerobic exercise on cancer initiation, progression, and metastasis: a critical systematic review of in vivo preclinical data. *Cancer Res* 2016 ; 76 : 4032-50.

Baade PD, Meng X, Youl PH, *et al.* The impact of body mass index and physical activity on mortality among patients with colorectal cancer in Queensland, Australia. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2011 ; 20 : 1410-20.

Babatunde OA, Adams SA, Orekoya O, *et al.* Effect of physical activity on quality of life as perceived by endometrial cancer survivors: a systematic review. *Int J Gynecol Cancer* 2016 ; 26 : 1727-40.

Ballard-Barbash R, Friedenreich CM, Courneya KS, *et al.* Physical activity, biomarkers, and disease outcomes in cancer survivors: a systematic review. *J Natl Cancer Inst* 2012 ; 104 : 815-40.

Ballard-Barbash R, Hunsberger S, Alciati MH, *et al.* Physical activity, weight control, and breast cancer risk and survival : clinical trial rationale and design considerations. *J Natl Cancer Inst* 2009 ; 101 : 630-43.

Beasley JM, Kwan ML, Chen WY, *et al.* Meeting the physical activity guidelines and survival after breast cancer: findings from the after breast cancer pooling project. *Breast Cancer Res Treat* 2012 ; 131 : 637-43.

- Beaton R, Pagdin-Friesen W, Robertson C, *et al.* Effects of exercise intervention on persons with metastatic cancer: a systematic review. *Physiother Can* 2009 ; 61 : 141-53.
- Bertram LA, Stefanick ML, Saquib N, *et al.* Physical activity, additional breast cancer events, and mortality among early-stage breast cancer survivors: findings from the WHEL study. *Cancer Causes Control* 2011 ; 22 : 427-35.
- Blanchard CM, Cokkinides V, Courneya KS, *et al.* A comparison of physical activity of posttreatment breast cancer survivors and noncancer controls. *Behav Med* 2003 ; 28 : 140-9.
- Bluethmann SM, Vernon SW, Gabriel KP, *et al.* Taking the next step: a systematic review and meta-analysis of physical activity and behavior change interventions in recent post-treatment breast cancer survivors. *Breast Cancer Res Treat* 2015 ; 149 : 331-42.
- Boereboom C, Doleman B, Lund JN, *et al.* Systematic review of pre-operative exercise in colorectal cancer patients. *Tech Coloproctol* 2016 ; 20 : 81-9.
- Bonn SE, Sjolander A, Lagerros YT, *et al.* Physical activity and survival among men diagnosed with prostate cancer. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2015 ; 24 : 57-64.
- Bouillet T, Bigard X, Brami C, *et al.* Role of physical activity and sport in oncology: scientific commission of the National federation sport and cancer CAMI. *Crit Rev Oncol Hematol* 2015 ; 94 : 74-86.
- Bourke L, Homer KE, Thaha MA, *et al.* Interventions for promoting habitual exercise in people living with and beyond cancer. *Cochrane Database Syst Rev* 2013 ; 9 : CD010192.
- Bourke L, Homer KE, Thaha MA, *et al.* Interventions to improve exercise behaviour in sedentary people living with and beyond cancer: a systematic review. *Br J Cancer* 2014 ; 110 : 831-41.
- Bourke L, Smith D, Steed L, *et al.* Exercise for men with prostate cancer: a systematic review and meta-analysis. *Eur Urol* 2016 ; 69 : 693-703.
- Bradshaw PT, Ibrahim JG, Khankari N, *et al.* Post-diagnosis physical activity and survival after breast cancer diagnosis: the long island breast cancer study. *Breast Cancer Res Treat* 2014 ; 145 : 735-42.
- Brown JC, Huedo-Medina TB, Pescatello LS, *et al.* Efficacy of exercise interventions in modulating cancer-related fatigue among adult cancer survivors: a meta-analysis. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2011 ; 20 : 123-33.
- Brown JC, Lin LL, Segal S, *et al.* Physical activity, daily walking, and lower limb lymphedema associate with physical function among uterine cancer survivors. *Support Care Cancer* 2014 ; 22 : 3017-25.
- Brown JC, Schmitz KH. The prescription or proscription of exercise in colorectal cancer care. *Med Sci Sports Exerc* 2014 ; 46 : 2202-9.
- Buffart LM, Kalter J, Sweegers MG, *et al.* Effects and moderators of exercise on quality of life and physical function in patients with cancer: an individual patient data meta-analysis of 34 RCTs. *Cancer Treat Rev* 2017 ; 52 : 91-104.

Buffart LM, van Uffelen JG, Riphagen II, *et al.* Physical and psychosocial benefits of yoga in cancer patients and survivors, a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *BMC Cancer* 2012 ; 12 : 559.

Burnett D, Kluding P, Porter C, *et al.* Cardiorespiratory fitness in breast cancer survivors. *Springerplus* 2013 ; 2 : 68.

Campbell KL, Neil SE, Winters-Stone KM. Review of exercise studies in breast cancer survivors: attention to principles of exercise training. *Br J Sports Med* 2012 ; 46 : 909-16.

Campbell PT, Patel AV, Newton CC, *et al.* Associations of recreational physical activity and leisure time spent sitting with colorectal cancer survival. *J Clin Oncol* 2013 ; 31 : 876-85.

Cannioto RA, Lamonte MJ, Kelemen LE, *et al.* Recreational physical inactivity and mortality in women with invasive epithelial ovarian cancer: evidence from the ovarian cancer association consortium. *Br J Cancer* 2016 ; 115 : 95-101.

Cantwell M, Walsh D, Furlong B, *et al.* Healthcare professionals' knowledge and practice of physical activity promotion in cancer care : challenges and solutions. *Eur J Cancer Care (Engl)* 2018 ; 27 : e12795.

Capozzi LC, Nishimura KC, McNeely ML, *et al.* The impact of physical activity on health-related fitness and quality of life for patients with head and neck cancer: a systematic review. *Br J Sports Med* 2016 ; 50 : 325-38.

Carayol M, Bernard P, Boiche J, *et al.* Psychological effect of exercise in women with breast cancer receiving adjuvant therapy: what is the optimal dose needed? *Ann Oncol* 2013 ; 24 : 291-300.

Carayol M, Delpierre C, Bernard P, *et al.* Population-, intervention- and methodology-related characteristics of clinical trials impact exercise efficacy during adjuvant therapy for breast cancer: a meta-regression analysis. *Psychooncology* 2015 ; 24 : 737-47.

Carvalho AP, Vital FM, Soares BG. Exercise interventions for shoulder dysfunction in patients treated for head and neck cancer. *Cochrane Database Syst Rev* 2012 ; 4 : CD008693.

Cavalheri V, Tahirah F, Nonoyama M, *et al.* Exercise training for people following lung resection for non-small cell lung cancer: a Cochrane systematic review. *Cancer Treat Rev* 2014 ; 40 : 585-94.

Chan DN, Lui LY, So WK. Effectiveness of exercise programmes on shoulder mobility and lymphoedema after axillary lymph node dissection for breast cancer: systematic review. *J Adv Nurs* 2010 ; 66 : 1902-14.

Chan DS, Vieira AR, Aune D, *et al.* Body mass index and survival in women with breast cancer-systematic literature review and meta-analysis of 82 follow-up studies. *Ann Oncol* 2014 ; 25 : 1901-14.

Cheema BS, Kilbreath SL, Fahey PP, *et al.* Safety and efficacy of progressive resistance training in breast cancer: a systematic review and meta-analysis. *Breast Cancer Res Treat* 2014 ; 148 : 249-68.

- Chen X, Lu W, Zheng W, *et al.* Exercise after diagnosis of breast cancer in association with survival. *Cancer Prev Res (Phila)* 2011 ; 4 : 1409-18.
- Cho OH, Yoo YS, Kim NC. Efficacy of comprehensive group rehabilitation for women with early breast cancer in South Korea. *Nurs Health Sci* 2006 ; 8 : 140-6.
- Christensen JF, Jones LW, Andersen JL, *et al.* Muscle dysfunction in cancer patients. *Ann Oncol* 2014 ; 25 : 947-58.
- Coffey VG, Hawley JA. Concurrent exercise training: do opposites distract? *J Physiol* 2017 ; 595 : 2883-96.
- Cormier JN, Askew RL, Mungovan KS, *et al.* Lymphedema beyond breast cancer: a systematic review and meta-analysis of cancer-related secondary lymphedema. *Cancer* 2010 ; 116 : 5138-49.
- Courneya KS. Physical Activity and cancer survivorship: a simple framework for a complex field. *Exerc Sport Sci Rev* 2014 ; 42 : 102-9.
- Courneya KS, Rogers LQ, Campbell KL, *et al.* Top 10 research questions related to physical activity and cancer survivorship. *Res Q Exerc Sport* 2015 ; 86 : 107-16.
- Courneya KS, Segal RJ, Mackey JR, *et al.* Effects of aerobic and resistance exercise in breast cancer patients receiving adjuvant chemotherapy: a multicenter randomized controlled trial. *J Clin Oncol* 2007 ; 25 : 4396-404.
- Courneya KS, Sellar CM, Stevinson C, *et al.* Randomized controlled trial of the effects of aerobic exercise on physical functioning and quality of life in lymphoma patients. *J Clin Oncol* 2009 ; 27 : 4605-12.
- Cramp F, Byron-Daniel J. Exercise for the management of cancer-related fatigue in adults. *Cochrane Database Syst Rev* 2012 ; 11 : CD006145.
- Crandall K, Maguire R, Campbell A, *et al.* Exercise intervention for patients surgically treated for non-small cell lung cancer (NSCLC) : a systematic review. *Surg Oncol* 2014 ; 23 : 17-30.
- Dankel SJ, Loenneke JP, Loprinzi PD. Cancer-specific mortality relative to engagement in muscle-strengthening activities and lower extremity strength. *J Phys Act Health* 2018 ; 15 : 144-9.
- De Jong N, Courtens AM, Abu-Saad HH, *et al.* Fatigue in patients with breast cancer receiving adjuvant chemotherapy: a review of the literature. *Cancer Nurs* 2002 ; 25 : 283-97.
- Dennett AM, Peiris CL, Shields N, *et al.* Moderate-intensity exercise reduces fatigue and improves mobility in cancer survivors: a systematic review and meta-regression. *J Physiother* 2016 ; 62 : 68-82.
- Des Guetz G, Uzzan B, Bouillet T, *et al.* Impact of physical activity on cancer-specific and overall survival of patients with colorectal cancer. *Gastroenterol Res Pract* 2013 ; 2013 : 340851.
- Dittus KL, Gramling RE, Ades PA. Exercise interventions for individuals with advanced cancer: a systematic review. *Prev Med* 2017 ; 104 : 124-32.

Dolinsky VW, Rogan KJ, Sung MM, *et al.* Both aerobic exercise and resveratrol supplementation attenuate doxorubicin-induced cardiac injury in mice. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2013 ; 305 : E243-53.

Druesne-Pecollo N, Touvier M, Barrandon E, *et al.* Excess body weight and second primary cancer risk after breast cancer: a systematic review and meta-analysis of prospective studies. *Breast Cancer Res Treat* 2012 ; 135 : 647-54.

Duggan C, Irwin ML, Xiao L, *et al.* Associations of insulin resistance and adiponectin with mortality in women with breast cancer. *J Clin Oncol* 2011 ; 29 : 32-9.

Duggan C, Wang CY, Neuhaus ML, *et al.* Associations of insulin-like growth factor and insulin-like growth factor binding protein-3 with mortality in women with breast cancer. *Int J Cancer* 2013 ; 132 : 1191-200.

Duijts SF, Faber MM, Oldenburg HS, *et al.* Effectiveness of behavioral techniques and physical exercise on psychosocial functioning and health-related quality of life in breast cancer patients and survivors – a meta-analysis. *Psycho-Oncology* 2011 ; 20 : 115-26.

Duijts SF, Kieffer JM, van MP, *et al.* Sustained employability and health-related quality of life in cancer survivors up to four years after diagnosis. *Acta Oncol* 2017 ; 56 : 174-82.

Duregon F, Vendramin B, Bullo V, *et al.* Effects of exercise on cancer patients suffering chemotherapy-induced peripheral neuropathy undergoing treatment: a systematic review. *Crit Rev Oncol Hematol* 2018 ; 121 : 90-100.

Eakin EG, Youlden DR, Baade PD, *et al.* Health behaviors of cancer survivors: data from an Australian population-based survey. *Cancer Causes Control* 2007 ; 18 : 881-94.

Fassier P, Zelek L, Partula V, *et al.* Variations of physical activity and sedentary behavior between before and after cancer diagnosis: results from the prospective population-based NutriNet-Sante cohort. *Medicine (Baltimore)* 2016 ; 95 : e4629.

Ferrer RA, Huedo-Medina TB, Johnson BT, *et al.* Exercise interventions for cancer survivors: a meta-analysis of quality of life outcomes. *Ann Behav Med* 2011 ; 41 : 32-47.

Fillion L, Gagnon P, Leblond F, *et al.* A brief intervention for fatigue management in breast cancer survivors. *Cancer Nurs* 2008 ; 31 : 145-59.

Fong DY, Ho JW, Hui BP, *et al.* Physical activity for cancer survivors: meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ* 2012 ; 344 : e70.

Foucaut AM. *L'activité physique adaptée en sénologie : des preuves scientifiques à la mise en œuvre de programmes auprès des patientes atteintes de cancer du sein.* Thèse, Université Claude Bernard-Lyon I, 2013.

Friedenreich CM, Wang Q, Neilson HK, *et al.* Physical activity and survival after prostate cancer. *Eur Urol* 2016 ; 70 : 576-85.

Furmaniak AC, Menig M, Markes MH. Exercise for women receiving adjuvant therapy for breast cancer. *Cochrane Database Syst Rev* 2016 ; 9 : CD005001.

Gaillard S, Stearns V. Aromatase inhibitor-associated bone and musculoskeletal effects: new evidence defining etiology and strategies for management. *Breast Cancer Res* 2011 ; 13 : 205.

Galiano-Castillo N, Cantarero-Villanueva I, Fernandez-Lao C, *et al.* Telehealth system: a randomized controlled trial evaluating the impact of an internet-based exercise intervention on quality of life, pain, muscle strength, and fatigue in breast cancer survivors. *Cancer* 2016 ; 122 : 3166-74.

Gardner JR, Livingston PM, Fraser SF. Effects of exercise on treatment-related adverse effects for patients with prostate cancer receiving androgen-deprivation therapy: a systematic review. *J Clin Oncol* 2014 ; 32 : 335-46.

Goh J, Niksirat N, Campbell KL. Exercise training and immune crosstalk in breast cancer microenvironment: exploring the paradigms of exercise-induced immune modulation and exercise-induced myokines. *Am J Transl Res* 2014 ; 6 : 422-38.

Goodwin PJ, Ennis M, Pritchard KI, *et al.* Fasting insulin and outcome in early-stage breast cancer: results of a prospective cohort study. *J Clin Oncol* 2002 ; 20 : 42-51.

Grande AJ, Silva V, Riera R, *et al.* Exercise for cancer cachexia in adults. *Cochrane Database Syst Rev* 2014 ; 11 : CD010804.

Granger CL, McDonald CF, Berney S, *et al.* Exercise intervention to improve exercise capacity and health related quality of life for patients with non-small cell lung cancer: a systematic review. *Lung Cancer* 2011 ; 72 : 139-53.

Hartog H, Boezen HM, de Jong MM, *et al.* Prognostic value of insulin-like growth factor 1 and insulin-like growth factor binding protein 3 blood levels in breast cancer. *Breast* 2013 ; 22 : 1155-60.

Haydon AM, MacInnis RJ, English DR, *et al.* Physical activity, insulin-like growth factor 1, insulin-like growth factor binding protein 3, and survival from colorectal cancer. *Gut* 2006 ; 55 : 689-94.

Hayes BD, Brady L, Pollak M, *et al.* Exercise and prostate cancer: evidence and proposed mechanisms for disease modification. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2016 ; 25 : 1281-8.

Haykowsky MJ, Beaudry R, Brothers RM, *et al.* Pathophysiology of exercise intolerance in breast cancer survivors with preserved left ventricular ejection fraction. *Clin Sci (Lond)* 2016 ; 130 : 2239-44.

Haykowsky MJ, Mackey JR, Thompson RB, *et al.* Adjuvant trastuzumab induces ventricular remodeling despite aerobic exercise training. *Clin Cancer Res* 2009 ; 15 : 4963-7.

Haykowsky MJ, Scott JM, Hudson K, *et al.* Lifestyle interventions to improve cardiorespiratory fitness and reduce breast cancer recurrence. *Am Soc Clin Oncol Educ Book* 2017 ; 37 : 57-64.

Hershman DL, Shao T, Kushi LH, *et al.* Early discontinuation and non-adherence to adjuvant hormonal therapy are associated with increased mortality in women with breast cancer. *Breast Cancer Res Treat* 2011 ; 126 : 529-37.

Heywood R, McCarthy AL, Skinner TL. Safety and feasibility of exercise interventions in patients with advanced cancer: a systematic review. *Support Care Cancer* 2017 ; 25 : 3031-50.

Hoedjes M, van Stralen MM, Joe STA, *et al.* Toward the optimal strategy for sustained weight loss in overweight cancer survivors: a systematic review of the literature. *J Cancer Surviv* 2017 ; 11 : 360-85.

Hojan K, Milecki P, Molinska-Glura M, *et al.* Effect of physical activity on bone strength and body composition in breast cancer premenopausal women during endocrine therapy. *Eur J Phys Rehabil Med* 2013 ; 49 : 331-9.

Holick CN, Newcomb PA, Trentham-Dietz A, *et al.* Physical activity and survival after diagnosis of invasive breast cancer. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2008 ; 17 : 379-86.

Holmes MD, Chen WY, Feskanich D, *et al.* Physical activity and survival after breast cancer diagnosis. *JAMA* 2005 ; 293 : 2479-86.

Hwang CL, Yu CJ, Shih JY, *et al.* Effects of exercise training on exercise capacity in patients with non-small cell lung cancer receiving targeted therapy. *Support Care Cancer* 2012 ; 20 : 3169-77.

Hwang JH, Chang HJ, Shim YH, *et al.* Effects of supervised exercise therapy in patients receiving radiotherapy for breast cancer. *Yonsei Med J* 2008 ; 49 : 443-50.

Ibrahim EM, Al-Homaidh A. Physical activity and survival after breast cancer diagnosis: meta-analysis of published studies. *Med Oncol* 2011 ; 28 : 753-65.

Inca. *La vie deux ans après un diagnostic de cancer – De l'annonce à l'après cancer.* Collection *Études et enquêtes*. Paris : Inca, 2014.

Inca. *Bénéfices de l'activité physique pendant et après cancer – Des connaissances aux repères pratiques.* Paris : Inca, 2017.

Inca, Mazeau-Woynar V, Cerf N. *Survie attendue des patients atteints de cancers en France : état des lieux.* Paris : Inca, 2010 : 56 p.

Irwin ML, Cartmel B, Gross CP, *et al.* Randomized exercise trial of aromatase inhibitor-induced arthralgia in breast cancer survivors. *J Clin Oncol* 2015 ; 33 : 1104-11.

Irwin ML, Duggan C, Wang CY, *et al.* Fasting C-peptide levels and death resulting from all causes and breast cancer: the health, eating, activity, and lifestyle study. *J Clin Oncol* 2011a ; 29 : 47-53.

Irwin ML, McTiernan A, Manson JE, *et al.* Physical activity and survival in postmenopausal women with breast cancer: results from the women's health initiative. *Cancer Prev Res (Phila)* 2011b ; 4 : 522-9.

Irwin ML, Smith AW, McTiernan A, *et al.* Influence of pre- and postdiagnosis physical activity on mortality in breast cancer survivors: the health, eating, activity, and lifestyle study. *J Clin Oncol* 2008 ; 26 : 3958-64.

Jacobs LA, Shulman LN. Follow-up care of cancer survivors: challenges and solutions. *Lancet Oncol* 2017 ; 18 : e19-29.

- Janelins MC, Kesler SR, Ahles TA, *et al.* Prevalence, mechanisms, and management of cancer-related cognitive impairment. *Int Rev Psychiatry* 2014 ; 26 : 102-13.
- Je Y, Jeon JY, Giovannucci EL, *et al.* Association between physical activity and mortality in colorectal cancer: a meta-analysis of prospective cohort studies. *Int J Cancer* 2013 ; 133 : 1905-13.
- Jegu J, Colonna M, Daubisse-Marliac L, *et al.* The effect of patient characteristics on second primary cancer risk in France. *BMC Cancer* 2014 ; 14 : 94.
- Jones LW. Evidence-based risk assessment and recommendations for physical activity clearance: cancer. *Appl Physiol Nutr Metab* 2011 ; 36 (suppl 1) : S101-12.
- Jones LW, Fels DR, West M, *et al.* Modulation of circulating angiogenic factors and tumor biology by aerobic training in breast cancer patients receiving neoadjuvant chemotherapy. *Cancer Prev Res (Phila)* 2013 ; 6 : 925-37.
- Jones LW, Habel LA, Weltzien E, *et al.* Exercise and risk of cardiovascular events in women with nonmetastatic breast cancer. *J Clin Oncol* 2016 ; 34 : 2743-9.
- Jones LW, Liang Y, Pituskin EN, *et al.* Effect of exercise training on peak oxygen consumption in patients with cancer: a meta-analysis. *Oncologist* 2011 ; 16 : 112-20.
- Jung HS, Myung SK, Kim BS, *et al.* Metabolic syndrome in adult cancer survivors: a meta-analysis. *Diabetes Res Clin Pract* 2012 ; 95 : 275-82.
- Kampshoff CS, Jansen F, van MW, *et al.* Determinants of exercise adherence and maintenance among cancer survivors: a systematic review. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2014 ; 11 : 80.
- Kang DW, Lee J, Suh SH, *et al.* Effects of exercise on insulin, IGF axis, adipocytokines, and inflammatory markers in breast cancer survivors: a systematic review and meta-analysis. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2017 ; 26 : 355-65.
- Keats MR, Cui Y, Grandy SA, *et al.* Cardiovascular disease and physical activity in adult cancer survivors: a nested, retrospective study from the Atlantic PATH cohort. *J Cancer Surviv* 2017 ; 11 : 264-73.
- Keilani M, Hasenoehrl T, Neubauer M, *et al.* Resistance exercise and secondary lymphedema in breast cancer survivors-a systematic review. *Support Care Cancer* 2016 ; 24 : 1907-16.
- Kenfield SA, Stampfer MJ, Giovannucci E, *et al.* Physical activity and survival after prostate cancer diagnosis in the health professionals follow-up study. *J Clin Oncol* 2011 ; 29 : 726-32.
- Khosrow-Khavar F, Filion KB, Al-Qurashi S, *et al.* Cardiotoxicity of aromatase inhibitors and tamoxifen in postmenopausal women with breast cancer: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Ann Oncol* 2017 ; 28 : 487-96.
- Kim CJ, Kang DH, Park JW. A meta-analysis of aerobic exercise interventions for women with breast cancer. *West J Nurs Res* 2009 ; 31 : 437-61.
- Kim JY, Han W, Moon HG, *et al.* Prognostic effect of preoperative serum estradiol level in postmenopausal breast cancer. *BMC Cancer* 2013a ; 13 : 503.

Kim RB, Phillips A, Herrick K, *et al.* Physical activity and sedentary behavior of cancer survivors and non-cancer individuals: results from a national survey. *PLoS One* 2013b ; 8 : e57598.

Kirkham AA, Davis MK. Exercise prevention of cardiovascular disease in breast cancer survivors. *J Oncol* 2015 ; 2015 : 917606.

Kleckner IR, Kamen C, Gewandter JS, *et al.* Effects of exercise during chemotherapy on chemotherapy-induced peripheral neuropathy: a multicenter, randomized controlled trial. *Support Care Cancer* 2017 ; 26 : 1019-28.

Knobf MT, Winters-Stone K. Exercise and cancer. *Annu Rev Nurs Res* 2013 ; 31 : 327-65.

Koelwyn GJ, Wennerberg E, Demaria S, *et al.* Exercise in regulation of inflammation-immune axis function in cancer initiation and progression. *Oncology (Williston Park)* 2015 ; 29 : 908-22.

Kruijsen-Jaarsma M, Revesz D, Bierings MB, *et al.* Effects of exercise on immune function in patients with cancer: a systematic review. *Exerc Immunol Rev* 2013 ; 19 : 120-43.

Kuehr L, Wiskemann J, Abel U, *et al.* Exercise in patients with non-small cell lung cancer. *Med Sci Sports Exerc* 2014 ; 46 : 656-63.

Kuiper JG, Phipps AI, Neuhouwer ML, *et al.* Recreational physical activity, body mass index, and survival in women with colorectal cancer. *Cancer Causes Control* 2012 ; 23 : 1939-48.

Kwan ML, Sternfeld B, Ergas IJ, *et al.* Change in physical activity during active treatment in a prospective study of breast cancer survivors. *Breast Cancer Res Treat* 2012 ; 131 : 679-90.

Kwiatkowski F, Mouret-Reynier MA, Duclos M, *et al.* Long-term improvement of breast cancer survivors' quality of life by a 2-week group physical and educational intervention: 5-year update of the PACThe trial. *Br J Cancer* 2017 ; 116 : 1389-93.

Lahart IM, Metsios GS, Nevill AM, *et al.* Physical activity, risk of death and recurrence in breast cancer survivors: a systematic review and meta-analysis of epidemiological studies. *Acta Oncol* 2015 ; 54 : 635-54.

Lakoski SG, Eves ND, Douglas PS, *et al.* Exercise rehabilitation in patients with cancer. *Nat Rev Clin Oncol* 2012 ; 9 : 288-96.

Lashinger LM, Rossi EL, Hursting SD. Obesity and resistance to cancer chemotherapy: interacting roles of inflammation and metabolic dysregulation. *Clin Pharmacol Ther* 2014 ; 96 : 458-63.

Lee MS, Choi TY, Ernst E. Tai chi for breast cancer patients: a systematic review. *Breast Cancer Res Treat* 2010 ; 120 : 309-16.

Li T, Wei S, Shi Y, *et al.* The dose-response effect of physical activity on cancer mortality: findings from 71 prospective cohort studies. *Br J Sports Med* 2016 ; 50 : 339-45.

Ligibel JA, Giobbie-Hurder A, Shockro L, *et al.* Randomized trial of a physical activity intervention in women with metastatic breast cancer. *Cancer* 2016 ; 122 : 1169-77.

Lof M, Bergstrom K, Weiderpass E. Physical activity and biomarkers in breast cancer survivors: a systematic review. *Maturitas* 2012 ; 73 : 134-42.

Loughney L, West MA, Kemp GJ, *et al.* Exercise intervention in people with cancer undergoing neoadjuvant cancer treatment and surgery: a systematic review. *Eur J Surg Oncol* 2016 ; 42 : 28-38.

Lowe SS, Watanabe SM, Courneya KS. Physical activity as a supportive care intervention in palliative cancer patients: a systematic review. *J Support Oncol* 2009 ; 7 : 27-34.

Lynch BM. Sedentary behavior and cancer: a systematic review of the literature and proposed biological mechanisms. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2010 ; 19 : 2691-709.

Lynch BM, Dunstan DW, Vallance JK, *et al.* Don't take cancer sitting down: a new survivorship research agenda. *Cancer* 2013 ; 119 : 1928-35.

Mainini C, Rebelo PF, Bardelli R, *et al.* Perioperative physical exercise interventions for patients undergoing lung cancer surgery: What is the evidence? *SAGE Open Med* 2016 ; 4 : 2050312116673855.

Markes M, Brockow T, Resch KL. Exercise for women receiving adjuvant therapy for breast cancer. *Cochrane Database Syst Rev* 2006 ; 4 : CD005001.

Mas S, Quantin X, Ninot G. Barriers to, and facilitators of physical activity in patients receiving chemotherapy for lung cancer: an exploratory study. *J Palliat Care* 2015 ; 31 : 89-96.

McMillan EM, Newhouse IJ. Exercise is an effective treatment modality for reducing cancer-related fatigue and improving physical capacity in cancer patients and survivors: a meta-analysis. *Appl Physiol Nutr Metab* 2011 ; 36 : 892-903.

McNeely ML, Campbell K, Ospina M, *et al.* Exercise interventions for upper-limb dysfunction due to breast cancer treatment. *Cochrane Database Syst Rev* 2010 ; 6 : CD005211.

McNeely ML, Campbell KL, Rowe BH, *et al.* Effects of exercise on breast cancer patients and survivors: a systematic review and meta-analysis. *CMAJ* 2006 ; 175 : 34-41.

McNeely ML, Parliament MB, Seikaly H, *et al.* Effect of exercise on upper extremity pain and dysfunction in head and neck cancer survivors: a randomized controlled trial. *Cancer* 2008 ; 113 : 214-22.

Meneses-Echavez JF, Correa-Bautista JE, Gonzalez-Jimenez E, *et al.* The effect of exercise training on mediators of inflammation in breast cancer survivors: a systematic review with meta-analysis. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2016 ; 25 : 1009-17.

Meneses-Echavez JF, Gonzalez-Jimenez E, Ramirez-Velez R. Supervised exercise reduces cancer-related fatigue: a systematic review. *J Physiother* 2015a ; 61 : 3-9.

Meneses-Echavez JF, Ramirez-Velez R, Gonzalez-Jimenez E. Effects of supervised exercise on cancer-related fatigue in breast cancer survivors: a systematic review and meta-analysis. *BMC Cancer* 2015b ; 15 : 1069.

Meyerhardt JA, Giovannucci EL, Holmes MD, *et al.* Physical activity and survival after colorectal cancer diagnosis. *J Clin Oncol* 2006a ; 24 : 3527-34.

Meyerhardt JA, Giovannucci EL, Ogino S, *et al.* Physical activity and male colorectal cancer survival. *Arch Intern Med* 2009 ; 169 : 2102-8.

Meyerhardt JA, Heseltine D, Niedzwiecki D, *et al.* Impact of physical activity on cancer recurrence and survival in patients with stage III colon cancer: findings from CALGB 89803. *J Clin Oncol* 2006b ; 24 : 3535-41.

Mishra SI, Scherer RW, Geigle PM, *et al.* Exercise interventions on health-related quality of life for cancer survivors. *Cochrane Database Syst Rev* 2012a ; 8 : CD007566.

Mishra SI, Scherer RW, Snyder C, *et al.* Exercise interventions on health-related quality of life for people with cancer during active treatment. *Cochrane Database Syst Rev* 2012b ; 8 : CD008465.

Morey MC, Snyder DC, Sloane R, *et al.* Effects of home-based diet and exercise on functional outcomes among older, overweight long-term cancer survivors: RENEW: a randomized controlled trial. *JAMA* 2009 ; 301 : 1883-91.

Morton LM, Swerdlow AJ, Schaapveld M, *et al.* Current knowledge and future research directions in treatment-related second primary malignancies. *EJC Suppl* 2014 ; 12 : 5-17.

Moudgil R, Yeh ET. Mechanisms of cardiotoxicity of cancer chemotherapeutic agents: cardiomyopathy and beyond. *Can J Cardiol* 2016 ; 32 : 863-70.

Mustian KM, Alfano CM, Heckler C, *et al.* Comparison of pharmaceutical, psychological, and exercise treatments for cancer-related fatigue: a meta-analysis. *JAMA Oncol* 2017 ; 3 : 961-96.

Myers JS, Erickson KI, Sereika SM, *et al.* Exercise as an intervention to mitigate decreased cognitive function from cancer and cancer treatment: an integrative review. *Cancer Nurs* 2018 ; 41 : 327-343.

NCCN. *National comprehensive cancer network (NCCN) clinical practice guidelines in oncology. survivorship.* Plymouth Meeting (PA) : NCCN Guidelines, 2017.

Nelson SH, Marinac CR, Patterson RE, *et al.* Impact of very low physical activity, BMI, and comorbidities on mortality among breast cancer survivors. *Breast Cancer Res Treat* 2016 ; 155 : 551-7.

Ni HJ, Pudasaini B, Yuan XT, *et al.* Exercise training for patients pre- and postsurgically treated for non-small cell lung cancer: A systematic review and meta-analysis. *Integr Cancer Ther* 2017 ; 16 : 63-73.

Oldervoll LM, Loge JH, Lydersen S, *et al.* Physical exercise for cancer patients with advanced disease: a randomized controlled trial. *Oncologist* 2011 ; 16 : 1649-57.

- Paramanandam VS, Roberts D. Weight training is not harmful for women with breast cancer-related lymphoedema: a systematic review. *J Physiother* 2014 ; 60 : 136-43.
- Pastakia K, Kumar S. Exercise parameters in the management of breast cancer: a systematic review of randomized controlled trials. *Physiother Res Int* 2011 ; 16 : 237-44.
- Peterson SJ, Mozer M. Differentiating sarcopenia and cachexia among patients with cancer. *Nutr Clin Pract* 2017 ; 32 : 30-9.
- Pollak M. Insulin and insulin-like growth factor signalling in neoplasia. *Nat Rev Cancer* 2008 ; 8 : 915-28.
- Porporato PE. Understanding cachexia as a cancer metabolism syndrome. *Oncogenesis* 2016 ; 5 : e200.
- Puetz TW, Herring MP. Differential effects of exercise on cancer-related fatigue during and following treatment: a meta-analysis. *Am J Prev Med* 2012 ; 43 : e1-24.
- Quist M, Adamsen L, Rorth M, *et al.* The impact of a multidimensional exercise intervention on physical and functional capacity, anxiety, and depression in patients with advanced-stage lung cancer undergoing chemotherapy. *Integr Cancer Ther* 2015 ; 14 : 341-9.
- Richman EL, Kenfield SA, Stampfer MJ, *et al.* Physical activity after diagnosis and risk of prostate cancer progression: data from the cancer of the prostate strategic urologic research endeavor. *Cancer Res* 2011 ; 71 : 3889-95.
- Rief H, Petersen LC, Omlor G, *et al.* The effect of resistance training during radiotherapy on spinal bone metastases in cancer patients: a randomized trial. *Radiother Oncol* 2014 ; 112 : 133-9.
- Roberts BM, Frye GS, Ahn B, *et al.* Cancer cachexia decreases specific force and accelerates fatigue in limb muscle. *Biochem Biophys Res Commun* 2013 ; 435 : 488-92.
- Rock CL, Doyle C, Demark-Wahnefried W, *et al.* Nutrition and physical activity guidelines for cancer survivors. *CA Cancer J Clin* 2012 ; 62 : 243-74.
- Rock CL, Flatt SW, Laughlin GA, *et al.* Reproductive steroid hormones and recurrence-free survival in women with a history of breast cancer. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2008 ; 17 : 614-20.
- Romieu I, Touillaud M, Ferrari P, *et al.* Physical activity and cancer survival. *Bull Cancer* 2012 ; 99 : 979-94.
- Saarto T, Sievänen H, Kellokumpu LP, *et al.* Effect of supervised and home exercise training on bone mineral density among breast cancer patients. A 12-month randomised controlled trial. *Osteoporos Int* 2012 ; 23 : 1601-12.
- Sasso JP, Eves ND, Christensen JF, *et al.* A framework for prescription in exercise-oncology research. *J Cachexia Sarcopenia Muscle* 2015 ; 6 : 115-24.
- Schmid D, Leitzmann MF. Association between physical activity and mortality among breast cancer and colorectal cancer survivors: a systematic review and meta-analysis. *Ann Oncol* 2014 ; 25 : 1293-311.

Schmidt K, Vogt L, Thiel C, *et al.* Validity of the six-minute walk test in cancer patients. *Int J Sports Med* 2013 ; 34 : 631-6.

Schmidt ME, Meynkohn A, Habermann N, *et al.* Resistance exercise and inflammation in breast cancer patients undergoing adjuvant radiation therapy: mediation analysis from a randomized, controlled intervention trial. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2016 ; 94 : 329-37.

Schmitz KH, Courneya KS, Matthews C, *et al.* American college of sports medicine roundtable on exercise guidelines for cancer survivors. *Med Sci Sports Exerc* 2010 ; 42 : 1409-26.

Scott JM, Adams SC, Koelwyn GJ, *et al.* Cardiovascular late effects and exercise treatment in breast cancer: current evidence and future directions. *Can J Cardiol* 2016 ; 32 : 881-90.

Scott SE, Breckon JD, Copeland RJ, *et al.* Determinants and strategies for physical activity maintenance in chronic health conditions: a qualitative study. *J Phys Act Health* 2015 ; 12 : 733-40.

Sebio GR, Yanez Brage MI, Gimenez ME, *et al.* Functional and postoperative outcomes after preoperative exercise training in patients with lung cancer: a systematic review and meta-analysis. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2016 ; 23 : 486-97.

Segal R, Zwaal C, Green E, *et al.* Exercise for people with cancer: a clinical practice guideline. *Curr Oncol* 2017 ; 24 : 40-6.

Shachar SS, Williams GR, Muss HB, *et al.* Prognostic value of sarcopenia in adults with solid tumours: a meta-analysis and systematic review. *Eur J Cancer* 2016 ; 57 : 58-67.

Sheean PM, Hoskins K, Stolley M. Body composition changes in females treated for breast cancer: a review of the evidence. *Breast Cancer Res Treat* 2012 ; 135 : 663-80.

Siegel R, DeSantis C, Virgo K, *et al.* Cancer treatment and survivorship statistics, 2012. *CA Cancer J Clin* 2012 ; 62 : 220-41.

Singh B, Buchan J, Box R, *et al.* Compression use during an exercise intervention and associated changes in breast cancer-related lymphedema. *Asia Pac J Clin Oncol* 2016a ; 12 : 216-24.

Singh B, Disipio T, Peake J, *et al.* Systematic review and meta-analysis of the effects of exercise for those with cancer-related lymphedema. *Arch Phys Med Rehabil* 2016b ; 97 : 302-15.

Singh F, Newton RU, Galvao DA, *et al.* A systematic review of pre-surgical exercise intervention studies with cancer patients. *Surg Oncol* 2013 ; 22 : 92-104.

Speck RM, Courneya KS, Masse LC, *et al.* An update of controlled physical activity trials in cancer survivors: a systematic review and meta-analysis. *J Cancer Surviv* 2010 ; 4 : 87-100.

Steindorf K, Schmidt ME, Klassen O, *et al.* Randomized, controlled trial of resistance training in breast cancer patients receiving adjuvant radiotherapy: results on cancer-related fatigue and quality of life. *Ann Oncol* 2014 ; 25 : 2237-43.

- Stene GB, Helbostad JL, Balstad TR, *et al.* Effect of physical exercise on muscle mass and strength in cancer patients during treatment: a systematic review. *Crit Rev Oncol Hematol* 2013 ; 88 : 573-93.
- Sternfeld B, Weltzien E, Quesenberry CP Jr, *et al.* Physical activity and risk of recurrence and mortality in breast cancer survivors: findings from the LACE study. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2009 ; 18 : 87-95.
- Strasser B, Steindorf K, Wiskemann J, *et al.* Impact of resistance training in cancer survivors: a meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc* 2013 ; 45 : 2080-90.
- Sweegers MG, Altenburg TM, Chinapaw MJ, *et al.* Which exercise prescriptions improve quality of life and physical function in patients with cancer during and following treatment? A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Br J Sports Med* 2018 ; 52 : 505-13.
- Thomas GA, Cartmel B, Harrigan M, *et al.* The effect of exercise on body composition and bone mineral density in breast cancer survivors taking aromatase inhibitors. *Obesity (Silver Spring)* 2017 ; 25 : 346-51.
- Tian L, Lu HJ, Lin L, *et al.* Effects of aerobic exercise on cancer-related fatigue: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Support Care Cancer* 2016 ; 24 : 969-83.
- Tomlinson D, Diorio C, Beyene J, *et al.* Effect of exercise on cancer-related fatigue: a meta-analysis. *Am J Phys Med Rehabil* 2014 ; 93 : 675-86.
- Vadgama JV, Wu Y, Datta G, *et al.* Plasma insulin-like growth factor-I and serum IGF-binding protein 3 can be associated with the progression of breast cancer, and predict the risk of recurrence and the probability of survival in African-American and Hispanic women. *Oncology* 1999 ; 57 : 330-40.
- Vallance JK, Boyle T, Courneya KS, *et al.* Associations of objectively assessed physical activity and sedentary time with health-related quality of life among colon cancer survivors. *Cancer* 2014 ; 120 : 2919-26.
- Van Blarigan EL, Meyerhardt JA. Role of physical activity and diet after colorectal cancer diagnosis. *J Clin Oncol* 2015 ; 33 : 1825-34.
- Van Vulpen JK, Peeters PH, Velthuis MJ, *et al.* Effects of physical exercise during adjuvant breast cancer treatment on physical and psychosocial dimensions of cancer-related fatigue: a meta-analysis. *Maturitas* 2016 ; 85 : 104-11.
- Van Waart H, Stuijver MM, van Harten WH, *et al.* Effect of low-intensity physical activity and moderate- to high-intensity physical exercise during adjuvant chemotherapy on physical fitness, fatigue, and chemotherapy completion rates: results of the PACES randomized clinical trial. *J Clin Oncol* 2015 ; 33 : 1918-27.
- Velthuis MJ, Agasi-Idenburg SC, Aufdemkampe G, *et al.* The effect of physical exercise on cancer-related fatigue during cancer treatment: a meta-analysis of randomised controlled trials. *Clin Oncol (R Coll Radiol)* 2010 ; 22 : 208-21.
- Vijayvergia N, Denlinger CS. Lifestyle factors in cancer survivorship: where we are and where we are headed. *J Pers Med* 2015 ; 5 : 243-63.
- Williams PT. Significantly greater reduction in breast cancer mortality from post-diagnosis running than walking. *Int J Cancer* 2014 ; 135 : 1195-202.

Winters-Stone KM, Leo MC, Schwartz A. Exercise effects on hip bone mineral density in older, post-menopausal breast cancer survivors are age dependent. *Arch Osteoporos* 2012 ; 7 : 301-6.

Winters-Stone KM, Schwartz A, Nail LM. A review of exercise interventions to improve bone health in adult cancer survivors. *J Cancer Surviv* 2010 ; 4 : 187-201.

Wolin KY, Ruiz JR, Tuchman H, *et al.* Exercise in adult and pediatric hematological cancer survivors: an intervention review. *Leukemia* 2010 ; 24 : 1113-20.

World Cancer Research Fund International. *Diet, nutrition, physical activity and breast cancer survivors*. London : WCRF, 2014 : 56 p.

Wu W, Guo F, Ye J, *et al.* Pre- and post-diagnosis physical activity is associated with survival benefits of colorectal cancer patients: a systematic review and meta-analysis. *Oncotarget* 2016 ; 7 : 52095-103.

Yang B, Wang J. Effects of exercise on cancer-related fatigue and quality of life in prostate cancer patients undergoing androgen deprivation therapy: a meta-analysis of randomized clinical trials. *Chin Med Sci J* 2017 ; 32 : 13-21.

Yu AF, Jones LW. Breast cancer treatment-associated cardiovascular toxicity and effects of exercise countermeasures. *Cardiooncology* 2016 ; 2 : 1.

Yunfeng G, Weiyang H, Xueyang H, *et al.* Exercise overcome adverse effects among prostate cancer patients receiving androgen deprivation therapy: an update meta-analysis. *Medicine (Baltimore)* 2017 ; 96 : e7368.

Zeng Y, Huang M, Cheng AS, *et al.* Meta-analysis of the effects of exercise intervention on quality of life in breast cancer survivors. *Breast Cancer* 2014 ; 21 : 262-74.

Zhong S, Jiang T, Ma T, *et al.* Association between physical activity and mortality in breast cancer: a meta-analysis of cohort studies. *Eur J Epidemiol* 2014 ; 29 : 391-404.

Zhou Y, Chlebowski R, Lamonte MJ, *et al.* Body mass index, physical activity, and mortality in women diagnosed with ovarian cancer: results from the Women's health initiative. *Gynecol Oncol* 2014 ; 133 : 4-10.

Zimmer P, Baumann FT, Oberste M, *et al.* Effects of exercise interventions and physical activity behavior on cancer related cognitive impairments: a systematic review. *Biomed Res Int* 2016 ; 2016 : 1820954.

17

Dépression

La dépression est la maladie qui provoque le plus d'invalidité dans le monde, soit 10,3 % de toutes les maladies (Smith, 2014). Elle touche les adultes, mais aussi les enfants, et en particulier les adolescents. Selon l'étude comparative des conséquences des maladies de l'OMS en 2008, cette maladie sera la plus importante en 2030 dans le monde et provoquera un lourd « fardeau » sanitaire qui nécessitera l'engagement de ressources humaines et financières importantes. Elle engendre une grande souffrance chez la plupart des patients qui peut ne pas se voir au premier abord (Lepine et Briley, 2011). Des personnes touchées par une dépression non traitée en arrivent à des tentatives de suicide et des suicides. L'OMS estime entre 5 et 20 % le taux de suicide des patients souffrant d'un épisode dépressif majeur.

Le diagnostic est complexe à établir en pratique médicale comme en recherche. Il peut varier selon les outils utilisés (auto-questionnaire, guide d'entretien, entretien), la classification utilisée (Classification internationale des maladies – CIM-10 *versus* Manuel Diagnostique et Statistique des Troubles Mentaux – DSM-5), la manière d'apprécier sa sévérité, la culture, le pays et l'évolution de la maladie dans le temps (épisode dépressif, rechute). De plus, des facteurs aggravants et/ou confondants ne sont pas toujours identifiés (tabagisme, alcoolisme, dépendance à une substance psychoactive, trouble du sommeil, maladie chronique, maladie neurodégénérative, hospitalisation, hébergement en établissement, précarité sociale ou économique). La dépression est sous-diagnostiquée notamment chez les personnes âgées (« dépression masquée »), chez les travailleurs surmenés (« burn-out »), chez les jeunes mères (« dépression post-partum ») et chez les patients souffrant d'une maladie chronique. Pour ces patients comme pour les professionnels de santé en charge de les soigner, les symptômes dépressifs sont banalisés, parfois sous-estimés. Un épisode dépressif majeur peut sembler normal au regard de la situation (échec au baccalauréat ou défaite sportive cuisante par exemple), il est donc souvent négligé. Or, lorsque des études sont amenées à déterminer précisément leur prévalence, les chiffres sont considérables. Dans la bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO) par exemple, la prévalence d'un épisode dépressif majeur est de 33 %. Elle s'élève à 75 %

pour la tranche de population ayant une BPCO sévère (Lacasse et coll., 2001). Chez les malades cardiaques, la prévalence est estimée entre 15 % et 30 % selon les pays et la manière d'évaluer la dépression (revue de Chauvet-Gélinier et coll., 2013). Chez les patients atteints de cancer, ce chiffre est compris entre 8 % et 24 % et diffère selon l'instrument utilisé, le type de cancer et la phase de traitement (Krebber et coll., 2014).

En France, la prévalence des dépressions est élevée. Elles touchent trois millions de personnes avec deux fois plus de femmes que d'hommes (DRESS, 2013). Un indicateur de cette forte prévalence est l'usage le plus important au monde de médicaments antidépresseurs (inhibiteur de recapture de la sérotonine), tranquillisants (benzodiazépines) et somnifères (autres benzodiazépines). En 2012, une enquête indique que 11,5 millions des français ont consommé au moins une fois une benzodiazépine parmi lesquels 7 millions une benzodiazépine anxiolytique et 4,2 millions une benzodiazépine hypnotique (ANSM, 2013). L'enquête souligne le mésusage de ces traitements (ANSM, 2013). Par exemple, 50 % des patients dépassent la durée de traitement recommandée et les médecins généralistes prescrivent trop et de manière inappropriée des benzodiazépines et des antidépresseurs sous la pression des patients, des familles et d'un temps de consultation insuffisant. Or, l'usage de ces médicaments n'est pas sans risque. À moyen terme, les benzodiazépines peuvent provoquer des démences, des dépendances, de l'agitation, de l'amnésie, des apnées du sommeil, des chutes, une désinhibition et des suicides (ou tentatives). Par ailleurs, un antidépresseur a surtout un effet « masquant » des problèmes, ce qui n'est pas la solution pertinente pour les surmonter (moment suivant l'annonce d'une maladie, période de transition de vie, hébergement dans un établissement protégé). De plus, un médicament antidépresseur n'a pas d'effet immédiat mais agit avec un délai de deux à quatre semaines (Anderson et coll., 2000). Une autre piste thérapeutique serait de proposer aux patients des programmes d'activités physiques adaptées (APA) (Herring et coll., 2012).

Les effets bénéfiques de l'activité physique sur les symptômes dépressifs et la dépression sont étudiés scientifiquement depuis plus d'un siècle (Franz et Hamilton, 1905). En France, des travaux ont été menés en particulier par Paul Sivadon et François Gantheret dès la fin de la seconde guerre mondiale (Sivadon et Gantheret, 1965). Plus récemment, la relation entre ces variables a été étudiée sur des cohortes, citons par exemple la cohorte anglaise *Whitehall*, qui a suivi 9 306 adultes sur huit ans, et qui montre que l'activité physique régulière est associée à une réduction des symptômes dépressifs (OR = 0,71 ; IC 95 % [0,54-0,99]) et qu'inversement, la présence de symptômes dépressifs est associée à une activité physique inférieure aux

recommandations (OR = 1,79 ; IC 95 % [1,17-2,74]) (Azevedo Da Silva et coll., 2012). Ces résultats ont été confirmés chez les adolescents (Jerstad et coll., 2010 ; Stavrakakis et coll., 2012) et les personnes de plus de 60 ans (Van Gool et coll., 2003 ; Lindwall et coll., 2011). Différents auteurs menant des revues de littérature ont ainsi conclu qu'une activité physique régulière et d'intensité faible à élevée diminuait le risque d'apparition d'un épisode dépressif majeur chez l'adulte (Teychenne et coll., 2008 ; Dunn et Weintraub, 2008).

Ce chapitre présente les bénéfices et les risques de programmes d'activités physiques dans le traitement des troubles dépressifs et la prévention des récurrences. Les recherches sur ce sujet utilisant des méthodes observationnelles comme l'étude de cas ou le suivi de cohorte sont abondantes. Les études mécanistiques et interventionnelles sont plus rares, mais en constante augmentation depuis les années 2000 avec les progrès biotechnologiques comme l'imagerie et les développements des méthodes de recherche clinique non pharmacologique. Ce chapitre fait la synthèse de ces travaux.

Définir la dépression

Deux classifications permettent de diagnostiquer une dépression, la Classification Internationale des Maladies (CIM-10, Organisation mondiale de la santé, 1993) et le Manuel Diagnostique et Statistique des Troubles Mentaux (DSM-5, *American Psychiatric Association*, 2015).

D'après la CIM-10, la présence d'un épisode maniaque (modification de l'état mental caractérisée par des degrés d'humeur, d'irritation ou d'énergie anormalement élevés, altérant le fonctionnement habituel de la personne) et/ou d'un épisode dépressif (modification de l'état mental caractérisée par des degrés de tristesse envahissants mais aussi d'estime de soi et de plaisir anormalement faibles, altérant le fonctionnement habituel de la personne) définit, en fonction de la nature, l'intensité et la durée de l'épisode, les différentes sous-catégories des troubles de l'humeur. Se distinguent principalement trois types de troubles : la manie (caractérisée par la présence exclusive d'un ou plusieurs épisodes maniaques), le trouble bipolaire (caractérisé par l'alternance d'épisodes maniaques et dépressifs) et le trouble dépressif (caractérisé par la présence exclusive d'un ou plusieurs épisodes dépressifs). De manière générale, on distingue deux principaux types de dépression : unipolaire, la dysthymie et la dépression clinique ou dépression caractérisée. La dysthymie est caractérisée par des symptômes dépressifs chroniques, moins sévères que la dépression clinique mais persistants pendant plusieurs années.

La dépression clinique ou trouble dépressif consiste en un ou plusieurs épisodes dépressifs majeurs. Un épisode dépressif majeur (EDM) peut être d'intensité légère, modérée ou sévère.

Selon le DSM-5, l'EDM se définit par 5 critères :

- le premier critère implique la présence pendant deux semaines consécutives d'au moins 5 des 9 symptômes suivants : a) humeur dépressive, b) diminution d'intérêt ou de plaisir pour toutes formes d'activités, c) perte ou gain de poids significatif en l'absence de régime, d) insomnie ou hypersomnie, e) agitation ou ralentissement psychomoteur, f) fatigue ou perte d'énergie, g) sentiment de dévalorisation ou de culpabilité excessive ou inappropriée, h) diminution de capacité à penser, à se concentrer ou difficulté dans la prise de décision et enfin i) idées suicidaires ou tentatives de suicide. L'un des symptômes a) et/ou b) doit nécessairement être présent pour diagnostiquer un EDM. Hormis l'humeur dépressive et l'anhédonie qui sont des symptômes centraux car partagés par l'ensemble des patients, la dépression implique donc une multiplicité de symptômes périphériques variant en fonction des individus considérés. Ces symptômes quasi-continuels pendant la journée persistent au fil des jours et marquent une rupture dans l'état et le mode de fonctionnement de la personne avant l'épisode ;
- le second critère permettant de caractériser l'épisode dépressif majeur, suivant l'axe I des troubles cliniques dans la section des troubles de l'humeur, stipule que les symptômes ne doivent pas répondre aux critères d'un épisode mixte (présence d'un épisode maniaque et d'un épisode dépressif majeur) ;
- le troisième critère correspond au fait que les symptômes doivent être d'une ampleur telle qu'ils causent une souffrance cliniquement significative ou une altération du fonctionnement social, professionnel ou d'autres sphères de la vie importantes pour la personne ;
- le quatrième critère est satisfait lorsque l'ensemble des symptômes sur lesquels s'appuie le diagnostic ne peut être expliqué par l'effet physiologique d'une substance (abus d'un produit psychoactif, effet secondaire d'un médicament par exemple) ou d'une affection médicale générale ;
- le cinquième critère renvoie à la distinction à faire entre la dépression et une réaction possible suite à un deuil. Ce dernier critère est satisfait lorsque les symptômes apparaissant au cours des deux mois suivant la perte d'un être cher, persistent au-delà de ces deux mois ou causent une altération marquée du fonctionnement, des préoccupations morbides de dévalorisation, des idées suicidaires, des symptômes psychotiques ou encore un ralentissement psychomoteur.

La sévérité de l'EDM se mesure essentiellement par des données comportementales, cliniques et auto-évaluatives (activité journalière, estime de soi, efficacité personnelle et soutien social) et non par des marqueurs biologiques. Les deux auto-questionnaires les plus utilisés sont l'échelle *Hospitalisation Anxiety Depression Scale* (HADS) et l'échelle *Beck Depression Inventory* (BDI) comportant respectivement 14 et 21 items. La validité et la brièveté de passation de la HADS en font un outil pratique, détaillé ci-après. Validée en anglais (Zigmond et Snaith, 1983) puis en français (Lepine et coll., 1985), l'échelle HADS permet de dépister les symptômes dépressifs avec une sensibilité et une spécificité de 80 % (Bjelland et coll., 2002). Elle identifie les principaux symptômes et en apprécie la sévérité. Elle tient compte des symptômes somatiques afin d'éviter les recouvrements avec une autre maladie organique. Cette échelle ne permet pas de discriminer les divers types d'états anxieux-dépressifs, ni leur nature secondaire ou primaire. Par exemple, elle n'évalue pas les manifestations pathologiques anciennes, ni la durée des troubles, éléments nécessaires au diagnostic selon les critères des classifications psychiatriques actuelles (DSM-5, CIM-10). L'échelle HADS comporte sept items pour l'anxiété et sept pour la dépression. Sa passation est facile et d'une durée inférieure à dix minutes. Chaque item est présenté avec un mode de réponse en quatre points (0-3) afin d'éviter les cotations centrales. L'intervalle des scores possibles s'étend donc de 0 à 21, le score le plus élevé correspondant à la présence d'une symptomatologie plus sévère. Tout score supérieur ou égal à 11 est considéré comme une symptomatologie dépressive significative chez les personnes malades chroniques (Lepine et coll., 1985). L'intensité augmente avec le score, sans que des seuils soient fixés pour différencier les niveaux de sévérité. Un seuil de changement clinique individuel est établi dans certaines maladies chroniques comme la BPCO, à 1,5 (Puhan et coll., 2008). L'utilisation seule de cet outil, ou de la BDI-II ne suffit pas à poser un diagnostic.

Un entretien clinique est utile pour repérer une dépression. Le tableau 17.1 présente une grille de questions standardisées (Manuel du *Royal College of Physicians and Psychiatrists*, 2003). L'interviewer doit accorder suffisamment de temps aux réponses et à la discussion pour identifier les signes dépressifs.

L'entretien clinique semi-directif constitue aussi un moyen de repérer un trouble dépressif. Des questions et une quinzaine de minutes suffisent. S'il ne donne pas d'indice et de score seuil, l'entretien permet d'alerter sur un trouble dépressif secondaire à une maladie chronique. Il peut être un préalable à la passation de l'échelle HADS (Maurer et coll., 2008). Il est important d'utiliser une démarche empathique et de signaler au patient qu'il ne s'agit pas d'un examen psychiatrique.

Tableau 17.1 : Questions standardisées de recherche des troubles dépressifs d'après le Manuel du *Royal College of Physicians and Psychiatrists*, 2003

Au cours du dernier mois, avez-vous été fortement perturbé [gêné, importuné] par le peu d'intérêt ou de plaisir à faire les choses, par une fatigue, une déprime ou des pensées fatalistes ?

Humeur faible	Quel est votre état d'esprit en ce moment ?
Anhédonie	Vous faites-vous plaisir en ce moment ?
Concentration	Quelle est votre concentration en ce moment (lecture, télévision...) ?
Irritabilité	Etes-vous plus nerveux que d'habitude ?
Culpabilité	Regrettez-vous en ce moment les choses que vous avez faites ?
Estime de soi	Quelle est votre opinion sur vous-même ?
Pessimisme	Comment voyez-vous votre futur ?

En pratique, il peut s'avérer difficile de faire la distinction entre les formes modérées et sévères, ce qui explique en partie l'hétérogénéité des prévalences obtenues dans les études (Hill et coll., 2008). À cela s'ajoute le fait que certains patients minorent ou majorent leurs symptômes (dépression masquée, volonté « de ne pas voir les problèmes », exagération des troubles, instrumentalisation). Les évaluations effectuées dans des contextes paroxysmiques (exacerbation, hospitalisation) ou à l'aide d'instruments peu discriminants peuvent aussi expliquer ces difficultés diagnostiques.

Symptomatologie dépressive et maladie chronique

Une maladie chronique constitue un terrain favorable à l'apparition de signes anxio-dépressifs à la suite du diagnostic (forme de culpabilité due à un comportement à risque comme le tabagisme, la consommation d'alcool, l'alimentation inappropriée, la sédentarité ou l'inactivité physique) ou après une prise en charge intensive sans bénéfices ressentis (forme d'épuisement mental à lutter contre une maladie qui ne s'améliore pas). Des patients peuvent se sentir submergés par leur maladie chronique et utiliser des stratégies défensives très handicapantes (dénî, inhibition, agressivité...). Ces symptômes traduisent un manque de compréhension du fonctionnement de la maladie chronique, des difficultés d'ajustement psychologique à la maladie et à ses traitements (De Ridder et coll., 2008), une mauvaise communication avec les professionnels de santé et les proches et/ou un sentiment de solitude.

Quoi qu'il en soit, la recherche et le suivi de ces troubles devraient être encouragés chez les patients souffrant d'une maladie chronique (Maurer et coll., 2008), notamment sur la base des indicateurs mentionnés dans le

tableau 17.1 et/ou par l'utilisation de questionnaires de qualité de vie susceptibles d'en déceler les traces (Ninot, 2012). Tout professionnel travaillant avec des patients malades chroniques devrait apprendre à repérer ces signes potentiellement annonciateurs d'un EDM. Ils ne doivent pas les sous-estimer en les attribuant à la fatalité, un trait de personnalité, l'évolution naturelle de la maladie et/ou l'âge (le grand âge ou l'adolescence). Si ces symptômes s'aggravent ou persistent plus de 15 jours, la consultation d'un médecin est indispensable et un examen psychiatrique est nécessaire afin de proposer les traitements médicamenteux et les soins non pharmacologiques les plus appropriés.

Inactivité physique et dépression : une relation bidirectionnelle

Une revue systématique des études longitudinales montrent qu'un trouble dépressif augmente le risque d'adopter un mode de vie sédentaire et de diminuer le niveau d'activité physique hebdomadaire (Roshanaei-Moghaddam et coll., 2009). Ces études observationnelles établissent une solide relation entre inactivité physique et troubles dépressifs.

D'une part, plus la dépression évaluée avec l'échelle BDI est sévère chez les patients souffrant d'un EDM et plus leur inactivité physique est importante (Moore et coll., 1999). Cette association est aussi observée chez des patients ayant un trouble dépressif secondaire, évalué par le *Composite International Diagnostic Interview*, à une maladie d'origine organique comme l'infarctus du myocarde (Ziegelstein et coll., 2000). Sur un échantillon de 4 058 adultes dont la dépression a été évaluée par le *Patient Health Questionnaire 9* (PHQ-9) et l'activité physique évaluée avec des actimètres, Song et coll. (2012) montrent que la quantité d'activité physique décroît en fonction de la sévérité du niveau de dépression (intensité légère, moyenne ou sévère) qu'elle soit d'intensité faible (147,1 versus 135,2 versus 124,8 min/semaine) ou modérée (26,0 versus 21,8 versus 19,7 min/semaine).

D'autre part, une étude comparant des patients actifs et inactifs sur la base du nombre de pas quotidien (7 500 pas pour les hommes et 6 800 pas pour les femmes) montre que l'inactivité physique est positivement associée avec l'humeur dépressive, la perte d'appétit, les difficultés motrices, l'agitation, l'indécision et les idées suicidaires (McKercher et coll., 2013). Une revue systématique basée sur 31 études incluant 15 587 patients ayant un trouble bipolaire signale que l'inactivité physique est présente chez 40 à 64 % des patients et conduit à une majoration de leurs symptômes dépressifs et une

aggravation de leur fonctionnement social et de leur qualité de vie (Melo et coll., 2016).

Si la méthodologie de ces études ne permet pas de conclure sur le sens de la causalité entre inactivité physique et symptomatologie dépressive, le lien entre ces deux variables ne fait plus de doute. Des auteurs plaident en faveur d'une relation circulaire entre ces deux variables (Azevedo Da Silva et coll., 2012 ; De Moor et coll., 2008 ; Harvey et coll., 2010 ; Hiles et coll., 2017). Une étude récente montre, à partir d'une base de données de 10 284 hommes et de 2 315 femmes, qu'une faible condition physique est liée plus fortement à une symptomatologie dépressive qu'à la masse grasse (Becofsky et coll., 2015). Les auteurs pensent que la capacité aérobie pourrait être un bon prédicteur de l'apparition des symptômes dépressifs et que son amélioration pourrait être protectrice contre les effets dépressifs potentiels chez les sujets obèses. Cette étude justifie le fait de s'intéresser au premier chef à la dépression, avant même la question du surpoids. Au-delà des études observationnelles, des études interventionnelles sont utiles pour montrer la réversibilité de la symptomatologie dépressive par des programmes supervisés d'activité physique ; la suite du chapitre en fait état.

Programmes d'activité adaptée et dépression

Un programme en activité physique adaptée envisagé comme un traitement antidépresseur

Un recensement sur Pubmed le 6 février 2017 indique 2 546 publications d'études cliniques (requête avec les termes « *depression, exercise AND clinical trial* »). Ce chiffre est sous-estimé dans la mesure où Pubmed ne recense pas toutes les revues de médecine, de psychiatrie et de psychologie dans le monde et se limite essentiellement à l'anglais. Quoiqu'il en soit, on peut constater une accélération du nombre d'études interventionnelles depuis le début des années 2000 sur le sujet (figure 17.1).

Les études portant spécifiquement sur des adultes touchés par un EDM sont en nombre croissant et montrent une efficacité des programmes d'APA (American Psychiatric Association, 2010 ; Trivedi et coll., 2011). Par exemple, l'essai randomisé contrôlé de Dunn et coll. (2005) évaluant un programme d'endurance de trois mois, chez des patients ayant un épisode dépressif de sévérité faible à modérée, montre des bénéfices équivalents à ceux des traitements médicamenteux ou de psychothérapies sur la symptomatologie dépressive et le taux de rémission.

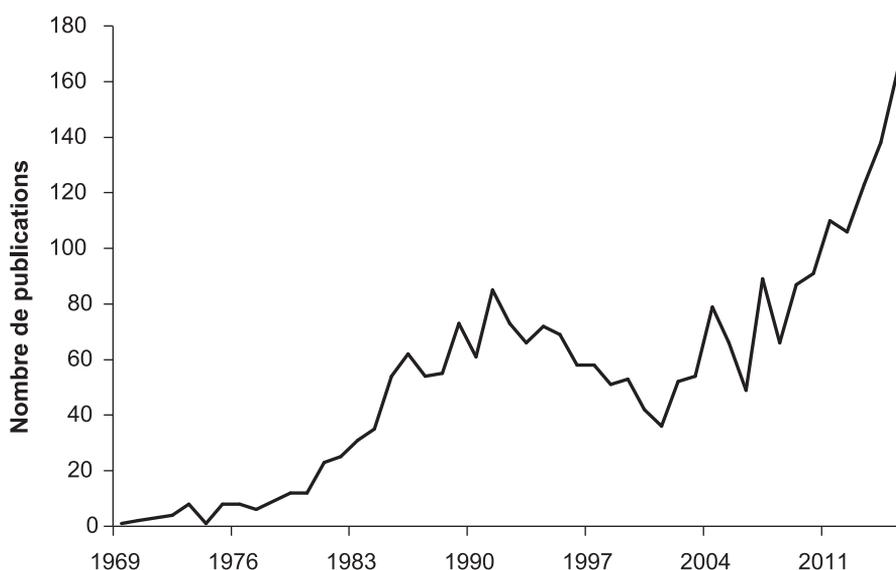


Figure 17.1 : Évolution du nombre de publications d'essais cliniques sur l'activité physique et la dépression dans la base Medline

Des méta-analyses sur le traitement des épisodes dépressifs par un programme d'APA indiquent des tailles d'effet significatives et de niveau modéré à élevé, $-0,37$ (Conn, 2010), $-0,40$ (Krogh et coll., 2011), $-0,53$ (North et coll., 1990), $-0,62$ (Cooney et coll., 2013), $-0,72$ (Craft et Landers, 1998), $-0,80$ (Rethorst et coll., 2010), $-0,80$ (Mead et coll., 2008), $-1,10$ (Lawlor et Hopker, 2001). La plus représentative des méta-analyses à l'heure actuelle est la *Cochrane* de Mead et ses collaborateurs datant de 2008 et mise à jour en 2013 par Cooney et coll. (2013) (voir tableau 17.II). Cette dernière a recensé 39 essais randomisés contrôlés incluant 2 326 participants. Les auteurs mentionnent que 23 nouveaux essais sont en cours de réalisation. Ils concluent à un effet significatif de niveau modéré ($-0,62$), c'est-à-dire 3 sur une échelle de 4, du bénéfice d'un programme d'APA sur les symptômes dépressifs à la fin de celui-ci. Cet effet persiste à moyen terme à un niveau moindre ($-0,33$; 2 sur une échelle de 4).

L'effet thérapeutique de programmes d'APA sur les troubles dépressifs est également observé chez des personnes atteintes d'une maladie chronique : des patients obèses (Dunai et coll., 2007), des patients ayant eu un arrêt cardiaque (Tu et coll., 2014 ; Blumenthal et coll., 2012b), des patients souffrant d'une coronaropathie (Peterson et coll., 2014), des patientes traitées pour un cancer du sein (Carayol et coll., 2013) ou des patients ayant une BPCO (Griffiths et coll., 2000). Ces résultats sont également obtenus chez

Tableau 17.II : Efficacité de l'activité physique dans les troubles dépressifs : principaux résultats de la méta-analyse *Cochrane* la plus récente

Auteur, année Méthode	Effectifs	Activités physiques	Comparateurs	Critères de jugement
Cooney et coll., 2013 Revue <i>Cochrane</i>	39 ERC 2 326 patients	Exercice aérobie Exercice en résistance	Absence de traitement Psychothérapies Médicaments antidépresseurs	Diagnostic clinique, <i>Beck Depression Inventory (BDI)</i> , <i>Hamilton rating scales for depression score</i> , <i>Geriatric Depression Scale</i> DMS poolées des différentes échelles ; 0,2 ; 0,50 et 0,80 représentent respectivement un petit, moyen et large effet Conversion du DMS en score de BDI ; score inférieur à 10 correspond à une dépression mineure ; au-delà de 30, le score correspond à une dépression sévère
Résultats				
Comparaison				Réduction des symptômes
Exercice <i>versus</i> contrôle 35 essais (n = 1 353) DMS poolées, -0,62 ; IC 95 % [-0,81 ; -0,42]				Effet modéré
6 essais (n = 464) avec critères de qualité robustes DMS, -0,18 ; IC 95 % [-0,47 ; -0,11] ; BDI -1,71 ; IC 95 % [-4,47 ; -1,05]				Tendance
8 essais (n = 377) avec un suivi à long terme (4 à 26 mois) DMS -0,33 ; IC 95 % [-0,63 ; -0,03] ; BDI -3,14 ; IC 95 % [-5,99 ; -0,29]				Effet faible
Exercice <i>versus</i> psychothérapie 7 essais (n = 189) DMS -0,03 ; IC 95 % [0,32 -0,26] ; BDI -0,29 ; IC 95 % [-3,04-2,47]				Pas de différence
Exercice <i>versus</i> médicaments antidépresseurs 4 essais (n = 298) DMS -0,11 ; IC 95 % [-0,34-0,12] ; BDI -1,05 ; IC 95 % [-3,23-1,14]				Pas de différence
Exercice de type aérobie 28 essais (n = 1 080) DMS -0,55 ; IC 95 % [-0,77 ; -0,34] ; BDI -5,23 ; IC 95 % [-7,32 ; -3,23]				Effet modéré
Exercice de type résistance 4 essais (n = 144) DMS -1,03 ; IC 95 % [-1,52 ; -0,53] ; BDI -9,79 ; IC 95 % [-14,44 ; -3,71]				Effet fort

ERC : Essai randomisé contrôlé ; BDI : *Beck Depression Inventory* ; DMS : Différence moyenne standardisée.

des personnes à risque de maladie chronique, comme des personnes âgées vivant à domicile (Blumenthal et coll., 1999 ; Bernard et coll., 2015).

Les bénéfices des programmes d'activité physique chez les patients ayant un trouble dépressif ne s'arrêtent pas à la diminution de leurs symptômes. Ils

concernent également l'amélioration de leur qualité de vie (Schuch et coll., 2011) et de leur sexualité (Hoffman et coll., 2009 ; Lorenz et Meston, 2012).

Un programme d'activité physique adaptée envisagé comme une alternative thérapeutique

La plupart des études disponibles ont à ce jour évalué l'activité physique comme un complément d'autres thérapies, en particulier des médicaments antidépresseurs. Quatre essais cliniques ont testé l'efficacité de programmes d'APA en tant qu'alternative à des traitements antidépresseurs chez des patients souffrant d'un EDM (Blumenthal et coll., 1999, 2007 et 2012a ; Brenes et coll., 2007). La méta-analyse de Cooney et coll. (2013), à partir de ces 4 essais (n = 298), montre une équivalence de bénéfices entre les programmes d'APA supervisés et les médicaments antidépresseurs (-0,11 ; IC 95 % [-0,34 ; 0,12]). Sept essais cliniques incluant 189 participants comparent des programmes d'APA aux thérapies cognitivo-comportementales (Fetsch et coll., 1979 ; Hess-Homeier et coll., 1981 ; Klein et coll., 1985 ; Setaro et coll., 1985 ; Epstein et coll., 1986 ; Fremont et coll., 1987 ; Gary et coll., 2010). Les résultats indiquent une équivalence de bénéfice (-0,03 ; IC 95 % [-0,32 ; 0,26]). Une seule étude compare les bénéfices d'un programme d'APA par rapport à la luminothérapie (Pinchasov et coll., 2000). Les auteurs montrent une supériorité du programme d'APA (6,40 ; IC 95 % [-10,20 ; -2,60]). L'effet antidépresseur de programmes d'APA supervisés est confirmé par d'autres méta-analyses chez des patients dépressifs (Schuch et coll., 2016 ; Rhyner et Watts, 2016). Il est à noter que deux essais randomisés contrôlés montrent une diminution des symptômes dépressifs avec un programme d'exercice, chez des patients résistants aux médicaments antidépresseurs (Mota-Pereira et coll., 2011 ; Trivedi et coll., 2011).

L'étude de Babyak et coll. (2000) confirme qu'un programme d'exercice donne des résultats équivalents à un traitement médicamenteux seul ou en combinaison avec un programme d'APA mais que chez les patients en rémission à la fin du traitement, les participants du groupe exercice ont un taux de récurrences plus faible que les patients des groupes traités par médicaments, seuls ou en combinaison avec l'APA, après 6 mois de suivi. Les auteurs concluent que l'ajout d'un médicament antidépresseur au programme d'APA n'apporte pas de meilleurs résultats sur la prévention des récurrences (Babyak et coll., 2000).

En conclusion, selon les recommandations cliniques canadiennes récentes, plus qu'une thérapie complémentaire, un programme d'APA doit être considéré comme une solution de première intention pour les médecins

prescripteurs pour les EDM d'intensité légère à modérée (Ravindran et coll., 2016), compte tenu de ses bénéfices et de ses faibles risques (niveau de preuve A, niveau de recommandation 1). Pour les EDM modérés à sévère, un programme d'APA est plutôt considéré comme une thérapie complémentaire.

Un programme d'activité physique post-traitement pour prévenir un nouvel épisode dépressif

Une fois la thérapie d'un EDM réalisée et réussie, une démarche de prévention des récurrences doit être mise en place. Le risque de rechute est de 50 % avec la prise d'un antidépresseur. Les premières études sur le sujet indiquent qu'une pratique physique régulière proposée après une thérapie pourrait contribuer à prévenir les récurrences d'EDM (Cooney et coll., 2013). Les auteurs ont compilé les données de huit essais randomisés contrôlés (377 participants) de suivi à long terme (4 à 26 mois) et ont trouvé un effet significatif en faveur de l'exercice sur l'humeur (DMS -0,33, IC 95 % [-0,63 ; -0,03]). Un manque d'études interventionnelles spécifiquement conçues pour vérifier l'efficacité sur la durée d'un programme d'activité physique proposé après la thérapie ne permet pas de conclure totalement sur le sujet (Cooney et coll., 2013 ; Pedersen et Saltin, 2015).

Mécanismes antidépresseurs de l'activité physique

Des interventions non médicamenteuses (INM), comme des programmes d'APA, sollicitent plusieurs mécanismes biologiques et processus psychosociaux simultanément. Leurs effets antidépresseurs ne reposent donc pas sur un mécanisme unique. Aucun auteur n'a proposé de modèle intégré exhaustif à ce jour. Des modèles physiologiques signalent un meilleur apport d'oxygène au système nerveux central. Des modèles neurobiologiques suggèrent une facilitation de la neurogenèse dans l'hippocampe (Yau et coll., 2011), une influence sur la libération de cortisol et de sérotonine, une stimulation des voies d'endorphine et une facilitation du circuit de la récompense (Greer et Triverdi, 2009 ; Barreto Schucha et coll., 2016). Des modèles neuropsychologiques mentionnent une modification des niveaux de conscience, notamment du corps appelée *body awareness* (Mehling et coll., 2011) et une amélioration des fonctions exécutives (planification, coordination, focalisation, apprentissage). Des modèles cognitivistes invoquent une facilitation de la distraction et de la diversion des pensées négatives (Craft et coll., 2007). Des modèles psychosociologiques tablent sur une augmentation de l'efficacité

personnelle, de la valeur physique perçue, de l'estime de soi et de la participation sociale (Lawlor et Hopker, 2001).

Parmi ces mécanismes et processus explicatifs, l'effet placebo ne peut pas être totalement exclu (voir chapitre « Évaluation des programmes d'activité physique à visée de santé »). Celui-ci, mystérieux pour partie, repose notamment sur des mécanismes d'apprentissage expérientiel (stimulation des systèmes immunitaires, endocriniens et neuromusculaires), d'apprentissage social (imitation et observation) et de relation de confiance au médecin (conviction, relation avec le malade, optimisme du médecin). Il contribue en moyenne à 30 % pour toute thérapeutique. Il peut atteindre 70 % dans le traitement médicamenteux des dépressions (Benedetti et coll., 2011). Une revue de la littérature évoque un effet de la molécule active antidépresseur à 25 %, un effet placebo à 51 %, et un effet lié aux rémissions spontanées à 24 % (Kirsch et Sapirstein, 1998). L'activité physique peut ainsi être considérée comme une « molécule » à effet systémique. Des travaux méritent d'être menés pour mieux comprendre ses effets et les potentialiser par des interventions en activité physique mieux construites et adaptées aux besoins des patients dépressifs (Matta Mello Portugal et coll., 2013).

Contenu des programmes d'activité physique adaptée recommandés

En Angleterre, le *National Institute for Health and Clinical Excellence (Nice)* recommande des programmes d'activité physique chez les personnes touchées par des symptômes sub-syndromiques persistants ou un épisode dépressif majeur d'intensité légère à modérée. Ces programmes doivent être encadrés par des professionnels compétents et comporter 3 séances par semaine de 45 à 60 minutes sur une durée de 10 à 14 semaines (Nice, 2009).

En Allemagne, le *National Clinical Practice Guideline* recommande une activité physique basée sur l'expérience vécue pour améliorer le bien-être et diminuer les symptômes dépressifs (Harter et coll., 2010).

Au Canada, le *Canadian Network for Mood and Anxiety Treatments* recommande, sur la base du meilleur niveau de preuve (1 sur 4), un programme d'APA en première intention et en thérapie unique pour des adultes touchés par un EDM d'intensité légère à modérée et complémentaire aux traitements conventionnels pour les adultes souffrant d'un trouble dépressif modéré ou d'un EDM d'intensité modérée à sévère (Ravindran et coll., 2016).

Deux revues systématiques proposent des programmes spécifiques pour le traitement de la dépression. Perraton et ses collaborateurs (2010) recommandent

un programme d'au moins 2 mois, avec 3 séances par semaine, 30 min par séance à intensité de 60 à 80 % de la fréquence cardiaque maximale, de type aérobie ou résistance, supervisé, pratiqué seul ou en groupe. Rethorst et ses collaborateurs (2009) recommandent aux patients ayant des symptômes dépressifs un programme de 4 à 9 semaines, de 3 séances par semaine, de 20 à 29 min par séance à intensité de 50 à 60 % de la fréquence cardiaque maximale (type aérobie) et de renforcement musculaire, supervisé. Ces mêmes auteurs recommandent aux patients ayant un épisode dépressif majeur un programme d'au moins 10 à 16 semaines, d'au moins 2 séances par semaine, de 45 à 59 min par séance à intensité indifférente, de type aérobie ou résistance, supervisé, et associé aux antidépresseurs (Rethorst et coll., 2009).

Au niveau de la dose d'activité physique, une tendance se dégage de la littérature en faveur de programmes d'APA avec un minimum de 3 séances par semaine (Martinsen, 1988 ; Martinsen et coll., 1989 ; Sexton et coll., 1989 ; Rethorst et coll., 2009 ; Cooney et coll., 2013 ; Pedersen et Saltin, 2015).

Au niveau de l'intensité et de la nature des exercices, un programme strictement aérobie s'avère non significatif (Krogh et coll., 2012). Une tendance se dégage pour des programmes d'APA comportant des pratiques physiques mixtes plutôt que strictement aérobies (Rethorst et coll., 2009 ; Cooney et coll., 2013 ; Pedersen et Saltin, 2015).

Au niveau de la durée, un minimum de 25 à 36 séances est préconisé sur une période de 3 mois (Cooney et coll., 2013).

Un besoin d'études interventionnelles ciblées

Plusieurs revues systématiques et méta-analyses soulignent les limites méthodologiques de certains essais randomisés contrôlés disponibles pour déterminer l'effet thérapeutique de programmes d'APA dans la dépression : mélange de troubles dépressifs (dysthymie et épisode dépressif majeur), rareté des études chez les adolescents, hétérogénéité des contenus des programmes d'APA, diversité des marqueurs choisis, rareté des analyses en intention de traiter, manque d'analyses coûts-efficacité, manque de suivi post-intervention... (Conn, 2010 ; Cooney et coll., 2013). Une critique méthodologique de la méta-analyse *Cochrane* de Cooney et coll. (2013) intéressera les chercheurs sur le sujet (Ekkekakis, 2015). Les études testant un programme d'APA comme une alternative à d'autres thérapies montrent que les programmes d'APA sont aussi efficaces que les thérapies classiques (Rethorst et

coll., 2009 ; Krogh et coll., 2011 ; Cooney et coll., 2013). Mais en raison du faible nombre d'études (7 études APA *versus* psychothérapies et 4 études APA *versus* médicaments antidépresseurs), des essais cliniques pragmatiques comparatifs sont nécessaires pour conforter ce résultat.

Par ailleurs, d'autres questions ne trouvent pas de réponse claire à ce jour dans la littérature sur les modalités d'interventions d'APA. Peut-on potentialiser les bénéfices d'un programme d'activité physique en jouant sur les modalités d'encadrement, sur le lieu de pratique, sur l'incitation financière et sur l'usage de nouvelles technologies ? Peut-on penser que dans la vraie vie les patients souffrant d'EDM ne se satisferont que d'un programme d'APA ? Les progrès réalisés dans la spécialisation de psychothérapies (*Mindfulness Based Stress Reduction*), de programmes d'éducation thérapeutique, de méthodes nutritionnelles et d'autres médecines naturelles pour les personnes souffrant de troubles dépressifs laissent penser que ces solutions thérapeutiques seront proposées aux patients non pas de manière unique, mais en association. Elles vont imposer d'innover dans les méthodologies d'évaluation de ces « interventions complexes » (voir chapitre « Évaluation des programmes d'activité physique à visée de santé »).

L'efficacité d'un autre paramètre reste non résolue à ce jour, celle du conseil minimal à l'activité physique de la part d'un médecin. Les données disponibles sont contradictoires. Par exemple, un essai randomisé contrôlé montre que le conseil minimal augmente significativement le nombre de pas par jour (+ 2449,2 ; $p < 0,03$) et diminue le niveau de dépression ($p < 0,001$) chez des patients ayant un niveau de dépression modéré à élevé (Kerr et coll., 2008). *A contrario*, un essai randomisé contrôlé pragmatique réalisé sur un échantillon important de patients dépressifs recrutés en soin primaire ($n = 361$) n'obtient pas de bénéfices (Chalder et coll., 2012).

Enfin, des revues systématiques ont identifié des populations non répondantes aux programmes d'APA proposés pour des indicateurs dépressifs, comme des patients ayant une maladie rénale (revue Mitrou et coll., 2013), des patients ayant eu un accident vasculaire cérébral (Van Het Hoofd et coll., 2011) et des patients souffrant d'un diabète de type 2 (van der Heijden et coll., 2013). Un essai clinique montre des résultats non concluants chez des personnes âgées vivant en résidence spécialisée (Underwood et coll., 2013). Des études chez ces personnes « résistantes » mériteraient d'être réalisées pour mieux en comprendre les raisons.

Rôle de la prescription de l'activité physique dans les troubles dépressifs

L'article L. 1172-1 de la loi n° 2016-41 du 26 janvier 2016 de modernisation du système de santé français invite « tout médecin à prescrire une activité physique adaptée à la pathologie, aux capacités physiques et au risque médical du patient » atteint d'une affection de longue durée. Cette loi devrait bouleverser les pratiques et les habitudes en particulier pour les patients souffrant d'un trouble dépressif, compte tenu du niveau de preuve et des recommandations unanimes vis-à-vis des programmes d'APA. Mais ce changement ne se fera pas sans modification des pratiques et des croyances des médecins et des professionnels à l'égard de l'activité physique. Il ne se fera pas non plus sans la sensibilisation des associations de patients et des autres professions d'aide à la personne (du soin à la prévention en passant par le secteur social). En effet, les premières expériences australiennes en la matière s'avèrent loin d'être concluantes. Une enquête révèle que seulement 40 % des médecins généralistes prescrivent de l'activité physique à leurs patients dépressifs (Phongsavan et coll., 2007). Une autre enquête indique que 72 % des psychologues ne donnent pas de conseils sur l'activité physique (Burton et coll., 2010). Des solutions formatives pour les professionnels de santé et incitatives pour les patients (remboursement, aide aux transports, objet connectés santé motivants...) seraient les bienvenues.

La systématisation de la prescription d'un programme d'APA comme traitement thérapeutique d'un trouble dépressif implique, de la part du professionnel encadrant les séances d'activité physique, une meilleure formation aux soins et une collaboration plus étroite avec le médecin prescripteur.

Conclusion

Les études disponibles montrent que le bénéfice thérapeutique de programmes d'APA chez des adultes ayant un épisode dépressif majeur de sévérité légère à modérée est similaire à celui d'autres thérapeutiques reconnues comme les médicaments antidépresseurs et les psychothérapies (Cooney et coll., 2013). Les effets secondaires sont moindres que ceux des médicaments antidépresseurs. Le nombre d'études cliniques de qualité permet aujourd'hui de recommander un programme d'APA mixte d'un minimum de 3 séances supervisées par semaine sur une durée minimale de 3 mois prescrit en première intention par un médecin comme stratégie de prise en charge d'un EDM d'intensité légère à moyenne (niveau de preuve = A ; niveau de recommandation = 1, évalués selon les principes de *evidence based medicine*). Les

bénéfices sont supérieurs avec au moins 3 séances par semaine, 25 à 36 séances et une pratique mixant des efforts d'endurance et de renforcement musculaire plutôt que d'endurance uniquement (Pedersen et Saltin, 2015). Pour un épisode dépressif majeur d'intensité moyenne à sévère, un programme d'APA sera complémentaire des autres thérapeutiques prescrites. Une fois traité, l'activité physique participe également à la prévention des récurrences d'EDM même si les contenus spécifiques restent à préciser.

Les mécanismes antidépresseurs sollicités par un programme d'APA sont multiples et systémiques (Salmon, 2001 ; Pedersen et Saltin, 2015). Des recherches mécanistiques devraient réunir plusieurs disciplines afin de proposer un modèle explicatif intégré qui manque à ce jour.

L'hétérogénéité de la mesure de l'activité physique, de l'évaluation des troubles dépressifs, des contenus des programmes d'APA, des populations étudiées et des systèmes de prise en charge de la dépression encourage la réalisation d'études interventionnelles pragmatiques afin de mieux caractériser les programmes thérapeutiques et de prévention des récurrences. Des études interventionnelles d'implémentation sont également nécessaires pour optimiser les conditions de mise en œuvre de ces programmes.

RÉFÉRENCES

American Psychiatric Association. *Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux*. Paris : Elsevier-Masson, 2015 : 1 066 p.

Anderson IM, Nutt DJ, Deakin JF. Evidence-based guidelines for treating depressive disorders with antidepressants: a revision of the 1993 British association for psychopharmacology guidelines. *British association for psychopharmacology. J Psychopharmacol* 2000 ; 14 : 3-20.

ANSM. *État des lieux de la consommation des benzodiazépines en France*. Paris : ANSM, 2013.

Azevedo Da Silva M, Singh-Manoux A, Brunner EJ, *et al.* Bidirectional association between physical activity and symptoms of anxiety and depression: the Whitehall II study. *Eur J Epidemiol* 2012 ; 27 : 537-46.

Babyak M, Blumenthal JA, Herman S, *et al.* Exercise treatment for major depression: maintenance of therapeutic benefit at 10 months. *Psychosom Med* 2000 ; 62 : 633-8.

Barreto Schucha F, Camaz Deslandes A, Stubbs B, *et al.* Neurobiological effects of exercise on major depressive disorder: a systematic review. *Neurosci Biobehav Rev* 2016 ; 61 : 1-11.

Becofsky KM, Sui X, Lee DC, *et al.* A prospective study of fitness, fatness, and depressive symptoms. *Am J Epidemiol* 2015 ; 181 : 311-20.

Benedetti F, Carlino E, Pollo A. How placebos change the patient's brain. *Neuro-psychopharmacol Rev* 2011 ; 36 : 339-54.

Bernard P, Ninot G, Bernard PL, *et al.* Effects of a 6-month walking intervention on depression in inactive postmenopausal women: a randomized controlled trial. *Aging Mental Health* 2014 ; 19 : 485-92.

Bjelland I, Dahl A, Tangen Haug T, *et al.* The validity of the hospital anxiety and depression scale. An updated literature review. *J Psychosom Res* 2002 ; 52 : 69-77.

Blumenthal JA, Babyak MA, Moore KA, *et al.* Effects of exercise training on older patients with major depression. *Arch Intern Med* 1999 ; 159 : 2349-56.

Blumenthal JA, Babyak MA, Doraiswamy PM, *et al.* Exercise and pharmacotherapy in the treatment of major depressive disorder. *Psychosom Med* 2007 ; 69 : 587-96.

Blumenthal J, Sherwood A, Babyak M, *et al.* Exercise and pharmacological treatment of depressive symptoms in patients with coronary heart disease. *J Am Coll Cardiol* 2012a ; 60 : 1053-63.

Blumenthal JA, Babyak MA, O'Connor C, *et al.* Effects of exercise training on depressive symptoms in patients with chronic heart failure: the HF-ACTION randomized trial. *JAMA* 2012b ; 308 : 465-74.

Brenes GA, Williamson JD, Messier SP, *et al.* Treatment of minor depression in older adults: a pilot study comparing sertraline and exercise. *Aging Mental Health* 2007 ; 11 : 61-8.

Burton NW, Pakenham KI, Brown WJ. Are psychologists willing and able to promote physical activity as part of psychological treatment? *Int J Behav Med* 2010 ; 17 : 287-97.

Carayol M, Bernard P, Boiché J, *et al.* Psychological effect of exercise in women with breast cancer receiving adjuvant therapy: what is the optimal dose needed? *Ann Oncol* 2013 ; 24 : 291-300.

Chalder M, Wiles NJ, Campbell J, *et al.* Facilitated physical activity as a treatment for depressed adults: randomised controlled trial. *BMJ* 2012 ; 344 : e2758.

Chauvet-Gélinier JC, Trojak B, Vergès-Patois B, *et al.* Review on depression and coronary heart disease. *Arch Cardiovasc Dis* 2013 ; 106 : 103-10.

Conn VS. Depressive symptom outcomes of physical activity interventions: meta-analysis findings. *Ann Behav Med* 2010 ; 39 : 128-38.

Cooney GM, Dwan K, Greig CA, *et al.* Exercise for depression. *Cochrane Database Syst Rev* 2013 ; 9 : CD004366.

Craft LL Landers DM. The effect of exercise on clinical depression and depression resulting from mental illness: a meta-analysis. *J Sport Exerc Psychol* 1998 ; 20 : 339-57.

Craft LL, Freund KM, Culpepper L, *et al.* Intervention study of exercise for depressive symptoms in women. *J Womens Health* 2007 ; 16 : 1499-509.

De Moor MHM, Boomsma DI, Stubbe JH, *et al.* Testing causality in the association between regular exercise and symptoms of anxiety and depression. *Arch Gen Psychiatry* 2008 ; 65 : 897-905.

De Ridder D, Geenen R, Kuijjer R, *et al.* Psychological adjustment to chronic disease. *Lancet* 2008 ; 372 : 246-55.

DREES. La prise en charge de la dépression dans les établissements de santé. *Études et Résultats* 2013 ; 860 : 1-6.

Dunai A, Novak M, Chung SA, *et al.* Moderate exercise and bright light treatment in overweight and obese individuals. *Obesity* 2007 ; 15 : 1749-57.

Dunn AL, Trivedi MH, Kampert JB, *et al.* Exercise treatment for depression: efficacy and dose response. *Am J Prev Med* 2005 ; 28 : 1-8.

Dunn A, Weintraub P. Exercise in the prevention and treatment of adolescent depression: a promising but little researched intervention. *Am J Lifestyle Med* 2008 ; 2 : 207-518.

Ekkekakis P. Honey, I shrunk the pooled SMD ! Guide to critical appraisal of systematic reviews and meta-analyses using the Cochrane review on exercise for depression as example. *Ment Health Phys Activity* 2015 ; 8 : 21-36.

Epstein D. *Aerobic activity versus group cognitive therapy: an evaluative study of contrasting interventions for the alleviation of clinical depression*. Dissertation. Reno : University of Nevada, 1986.

Fetsch RJ. *A comparison of the psychological effects of running and transactional analysis stroking for the relief of reactive depression in adults*. Thesis, Dissertation Abstracts International, 1980 ; 40 : 4999.

Franz SI, Hamilton GV. The effects of exercise upon the retardation in conditions of depression. *Am J Insanity* 1905 ; 62 : 239-56.

Fremont J, Wilcoxon Craighead L. Aerobic exercise and cognitive therapy in the treatment of dysphoric moods. *Cognitive Therd Res* 1987 ; 11 : 241-51.

Gary RA, Dunbar SB, Higgins MK, *et al.* Combined exercise and cognitive behavioral therapy improves outcomes in patients with heart failure. *J Psychosom Res* 2010 ; 69 : 119-31.

Greer TL, Trivedi MH. Exercise in the treatment of depression. *Curr Psychiatry Rep* 2009 ; 11 : 466-72.

Griffiths TL, Burr ML, Campbell IA, *et al.* Results at 1 year of outpatient multidisciplinary pulmonary rehabilitation: a randomised controlled trial. *Lancet* 2000 ; 355 : 362-8.

Harter M, Klesse C, Bermejo I, *et al.* Unipolar depression: diagnostic and therapeutic recommendations from the current S3/national clinical practice guideline. *Deutsches Ärzteblatt Internat* 2010 ; 107 : 700-8.

Harvey SB, Hotopf M, Overland S, *et al.* Physical activity and common mental disorders. *Br J Psychiatry* 2010 ; 197 : 357-64.

Herring MP, Puetz TW, O'Connor PJ, *et al.* Effect of exercise training on depressive symptoms among patients with a chronic illness: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Arch Intern Med* 2012 ; 172 : 101-11.

Hess-Homeier MJ. *A Comparison of Beck's cognitive therapy and jogging as treatments for depression.* Dissertation. Missoula : University of Montana, 1981.

Hiles SA, Lamers F, Milaneschi Y, *et al.* Sit, step, sweat: longitudinal associations between physical activity patterns, anxiety and depression. *Psychol Med* 2017 ; 47 : 1466-77.

Hill K, Geist R, Goldstein RS, *et al.* Anxiety and depression in end-stage COPD. *Eur Respir J* 2008 ; 31 : 667-77.

Hoffman BM, Babyak MA, Sherwood A, *et al.* Effects of aerobic exercise on sexual functioning in depressed adults. *Ment Health Phys Activity* 2009 ; 2 : 23-28.

Jerstad SJ, Boutelle KN, Ness KK, *et al.* Prospective reciprocal relations between physical activity and depression in female adolescents. *J Consult Clin Psychol* 2010 ; 78 : 268-72.

Kerr J, Calfas KJ, Caparosa S, *et al.* A pilot study to assess the feasibility and acceptability of a community based physical activity intervention (involving internet, telephone, and pedometer support), integrated with medication and mood management for depressed patients. *Mental Health Phys Activity* 2008 ; 1 : 40-5.

Kirsch I, Sapirstein G. Listening to Prozac but hearing placebo: a meta-analysis of antidepressant medication. *Prev Treatment* 1998 ; 1 : article 0002a.

Klein MH, Greist JH, Gurman RA, *et al.* A comparative outcome study of group psychotherapy vs. exercise treatments for depression. *Int J Mental Health* 1985 ; 13 : 148-77.

Krebber AM, Buffart LM, Kleijn G, *et al.* Prevalence of depression in cancer patients: a meta-analysis of diagnostic interviews and self-report instruments. *Psychooncology* 2014 ; 23 : 121-30.

Krogh J, Nordentoft M, Sterne JAC, *et al.* The effect of exercise in clinically depressed adults: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J Clin Psychiatry* 2011 ; 72 : 529-38.

Krogh J, Videbech P, Thomsen C, *et al.* DEMO-II trial. Aerobic exercise versus stretching exercise in patients with major depression-a randomised clinical trial. *PLoS One* 2012 ; 7 : e48316.

Lacasse Y, Rousseau L, Maltais F. Prevalence of depressive symptoms and depression in patients with severe oxygen-dependent chronic obstructive pulmonary disease. *J Cardiopulm Rehabil* 2001 ; 21 : 80-6.

Lawlor DA, Hopker SW. The effectiveness of exercise as an intervention in the management of depression: systematic review and meta-regression analysis of randomised controlled trials. *Br Med J* 2001 ; 322 : 763-67.

Lepine JP, Briley M. The increasing burden of depression. *Neuropsychiatr Dis Treat* 2011 ; 7 : 3-7.

- Lepine JP, Godchau M, Brun P. Anxiety and depression in inpatients. *Lancet* 1985 ; 2 : 1425-6.
- Lindwall M, Larsman P, Hagger MS. The reciprocal relationship between physical activity and depression in older european adults: a prospective cross-lagged panel design using share data. *Health Psychol* 2011 ; 30 : 453-62.
- Lorenz TA, Meston CM. Acute exercise improves physical sexual arousal in women taking antidepressants. *Ann Behav Med* 2012 ; 43 : 352-61.
- Martinsen EW. *Comparing aerobic and non-aerobic forms of exercise in the treatment of clinical depression: a randomised trial*. Proceedings of sport, health psychology and exercise symposium. London : Sports Council and Health Education Authority, 1988 : 84-95.
- Martinsen EW. Aerobic exercise in the treatment of nonpsychotic mental disorders: an exploratory study. *Nordic J Psychiatry* 1989 ; 43 : 521-9.
- Matta Mello Portugal E, Cevada T, Sobral Monteiro-Junior R, *et al*. Neuroscience of exercise: from neurobiology mechanisms to mental health. *Neuropsychobiology* 2013 ; 68 : 1-14.
- Maurer J, Rebbapragada V, Borson S, *et al*. Anxiety and depression in COPD: current understanding, unanswered questions, and research needs. *Chest* 2008 ; 134 : 43S-56S.
- McKercher C, Patton GC, Schmidt MD, *et al*. Physical activity and depression symptom profiles in young men and women with major depression. *Psychosom Med* 2013 ; 75 : 366-74.
- Mead GE, Morley W, Campbell P, *et al*. Exercise for depression. *Cochrane Database Syst Rev* 2008 ; 4 : CD004366.
- Mehling WE, Wrubel J, Daubenmier JJ, *et al*. Body Awareness: a phenomenological inquiry into the common ground of mind-body therapies. *Phil Ethics Human Med* 2011 ; 6 : 6.
- Melo MC, Daher Ede F, Albuquerque SG, *et al*. Exercise in bipolar patients: a systematic review. *J Affect Disord* 2016 ; 198 : 32-8.
- Mitrou GI, Grigoriou SS, Konstantopoulou E, *et al*. Exercise training and depression in ESRD: a review. *Semin Dial* 2013 ; 26 : 604-13.
- Moore KA, Babyak M, Wood C, *et al*. The association between physical activity and depression in older depressed adults. *J Aging Phys Activity* 1999 ; 7 : 55-61.
- Mota-Pereira J, Carvalho S, Silverio J, *et al*. Moderate physical exercise and quality of life in patients with treatment-resistant major depressive disorder. *J Psychiatr Res* 2011 ; 45 : 1657-59.
- National Institute for Health and Clinical Excellence. *Depression: the treatment and management of depression in adults* London : NIHCE, 2009 : 706 p.
- Ninot G. Enjeux cliniques et scientifiques des questionnaires courts de qualité de vie spécifiques à une maladie respiratoire. *Rev Mal Respir* 2012 ; 29 : 367-70.

North TC, McCullagh P, Tran ZV. Effect of exercise on depression. *Exerc Sport Sci Rev* 1990 ; 18 : 379-415.

Organisation mondiale de la santé. *Classification internationale des maladies et des problèmes de santé connexes*. CIM-10, 10th ed. Genève : OMS, 1993.

Organisation mondiale de la santé. *The global burden of disease: 2004 update*. Genève : OMS, 2008.

Pedersen BK, Saltin B. Exercise as medicine: evidence for prescribing exercise as therapy in 26 different chronic diseases. *Scand J Med Sci Sports* 2015 ; 25 : 1-72.

Perraton LG, Kumar S, Machotka Z. Exercise parameters in the treatment of clinical depression: a systematic review of randomized controlled trials. *J Eval Clin Practice* 2010 ; 16 : 597-604.

Peterson JC, Charlson ME, Wells MT, *et al.* Depression, coronary artery disease, and physical activity: how much exercise is enough? *Clin Ther* 2014 ; 36 : 1518-30.

Phongsavan P, Merom D, Bauman A, *et al.* Mental illness and physical activity: therapists' beliefs and practices. *Aust NZ J Psychiatry* 2007 ; 41 : 458-9.

Pinchasov BB, Shurgaja AM, Grischin OV, *et al.* Mood and energy regulation in seasonal and non-seasonal depression before and after midday treatment with physical exercise or bright light. *Psychiatr Res* 2000 ; 94 : 29-42.

Puhan MA, Zoller M, Ter Riet G. COPD: more than respiratory. *Lancet* 2008 ; 371 : 27-8.

Ravindran AV, Balneaves LG, Faulkner G, *et al.* Canadian network for mood and anxiety treatments (canmat) 2016 clinical guidelines for the management of adults with major depressive disorder: section 5. complementary and alternative medicine treatments. *Can J Psychiatry* 2016 ; 61 : 576-87.

Rethorst CD, Wipfli BM, Landers DM. The antidepressive effects of exercise: a meta-analysis of randomized trials. *Sports Med* 2009 ; 39 : 491-511.

Rhyner KT, Watts A. Exercise and depressive symptoms in older adults: a systematic meta-analytic review. *J Aging Phys Act* 2016 ; 24 : 234-46.

Roshanaei-Moghaddam B, Katon WJ, Russo J. The longitudinal effects of depression on physical activity. *Gen Hosp Psychiatry* 2009 ; 31 : 306-15.

Royal College of Physicians and Psychiatrist. *The psychological care of medical patients. A practical guide*. London : Royal college of physicians and psychiatrist, 2003 : 124 p.

Salmon P. Effects of physical exercise on anxiety, depression, and sensitivity to stress: a unifying theory. *Clin Psychol Rev* 2001 ; 21 : 33-61.

Schuch FB, Vasconcelos-Moreno MP, Borowsky C, *et al.* Exercise and severe depression: preliminary results of an add-on study. *J Affect Disord* 2011 ; 133 : 615-8.

Schuch FB, Vancampfort D, Richards J, *et al.* Exercise as a treatment for depression: a meta-analysis adjusting for publication bias. *J Psychiatr Res* 2016 ; 77 : 42-51.

Setaro JL. *Aerobic exercise and group counseling in the treatment of anxiety and depression*. Dissertation. Maryland : University of Baltimore, 1985.

- Sexton H, Maere A, Dahl NH. Exercise intensity and reduction in neurotic symptoms. A controlled follow-up study. *Acta Psychiatr Scand* 1989 ; 80 : 231-35.
- Sivadon P, Gantheret F. *La rééducation corporelle des fonctions mentales*. Paris : ESF, 1965 : 204 p.
- Smith K. Mental health: a world of depression: a global view of the burden caused by depression. *Nature* 2014 ; 515 : 180-1.
- Song MR, Lee YS, Baek JD, *et al.* Physical activity status in adults with depression in the National health and nutrition examination survey, 2005-2006. *Publ Health Nurs* 2012 ; 29 : 208-17.
- Stavrakakis N, de Jonge P, Ormel J, *et al.* Bidirectional prospective associations between physical activity and depressive symptoms. The TRAILS study. *J Adolesc Health* 2012 ; 50 : 503-8.
- Teychenne M, Ball K, Salmon J. Physical activity and likelihood of depression in adults: a review. *Prev Med* 2008 ; 46 : 397-411.
- Trivedi MH, Greer TL, Church TS, *et al.* Exercise as an augmentation treatment for nonremitted major depressive disorder: a randomized, parallel dose comparison. *J Clin Psychiatry* 2011 ; 72 : 677-84.
- Tu RH, Zeng ZY, Zhong GQ, *et al.* Effects of exercise training on depression in patients with heart failure: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Eur J Heart Fail* 2014 ; 16 : 749-57.
- Underwood M, Lamb SE, Eldridge S, *et al.* Exercise for depression in elderly residents of care homes: a cluster-randomised controlled trial. *Lancet* 2013 ; 382 : 41-9.
- Van der Heijden MM, van Dooren FE, Pop VJ, *et al.* Effects of exercise training on quality of life, symptoms of depression, symptoms of anxiety and emotional well-being in type 2 diabetes mellitus: a systematic review. *Diabetologia* 2013 ; 56 : 1210-25.
- Van Gool CH, Kempen GIJM, Penninx BWJH, *et al.* Relationship between changes in depressive symptoms and unhealthy lifestyles in late middle aged and older persons: results from the longitudinal aging study Amsterdam. *Age Ageing* 2003 ; 32 : 81-7.
- Van het Hoofd MG, Roelse H, Kwakkel G, *et al.* Does exercise therapy affect depression or depressive symptoms after stroke? *Phys Ther Rev* 2013 ; 16 : 191-200.
- Yau SY, Lau BW, Tong JB, *et al.* Hippocampal neurogenesis and dendritic plasticity support running-improved spatial learning and depression-like behaviour in stressed rats. *PLoS One* 2011 ; 6 : e24263.
- Ziegelstein RC, Fauerbach JA, Stevens SS, *et al.* Patients with depression are less likely to follow recommendations to reduce cardiac risk during recovery from a myocardial infarction. *Arch Intern Med* 2000 ; 160 : 1818-23.
- Zigmond AS, Snaith RP. The hospital anxiety and depression scale. *Acta Psychiatr Scand* 1983 ; 67 : 361-70.

Communications

Évaluation économique des programmes d'activité physique chez les patients atteints de pathologies chroniques

Marlène Guillon

Université de Montpellier

Lise Rochaix

Université Paris 1 Panthéon Sorbonne, Hospinomics, Hôpital Hôtel-Dieu, Paris

Méthode

Cette revue de littérature a pour but d'identifier des articles reportant les coûts et les bénéfices d'un programme d'activité physique et sportive chez des patients souffrant de plusieurs types de pathologies chroniques. Les pathologies chroniques retenues sont les pathologies cardiovasculaires, les cancers, le diabète et l'obésité, les pathologies respiratoires (bronchopneumopathie chronique obstructive ou BPCO et asthme), les pathologies mentales (dépression et schizophrénie) et les troubles ostéo-articulaires.

Les articles étudiés proviennent principalement de trois sources. Dans un premier temps, les références communiquées par l'Inserm ont été intégrées. Parmi ces références, une revue de littérature publiée en 2009 et portant sur le même sujet a été identifiée (Roine et coll., 2009). Dans un second temps, les références de cette revue de littérature ont été intégrées à la présente revue de littérature. Enfin, afin d'identifier les articles pertinents publiés depuis 2008 une recherche par mots-clés a été entreprise. Cette recherche a été effectuée sur deux bases de données, PubMed et Jstor, sur la base de mots-clés établis dans deux catégories, l'activité physique et l'analyse économique. Pour ces deux catégories, plusieurs mots-clés, présentés dans le tableau I, ont été définis. Les mots-clés de chaque catégorie ont été combinés un à un afin d'effectuer une recherche dans les titres d'articles publiés entre 2008 et mai 2016 sur les deux bases de données.

Au total, 249 articles ont été analysés dont 166 issus de la recherche par mots-clés, 53 issus de la revue de littérature de Roine et coll. (2009) et

Tableau I : Mots-clés

Activité physique	Analyse économique
<i>Physical activity</i>	<i>Cost-effectiveness</i>
Exercice	<i>Cost-benefit</i>
Sport	<i>Cost-utility</i>
Fitness	<i>Economic evaluation</i>
Training	

30 articles communiqués par l'Inserm et non identifiés par les deux autres sources.

La sélection des articles pour l'inclusion s'est opérée en deux étapes représentée dans la figure 1. Dans un premier temps, 148 articles ont été exclus sur la base de la lecture des titres et des abstracts. Parmi ces 148 articles, 66 n'évaluaient pas de programmes d'activité physique chez des patients atteints de pathologies chroniques, 19 articles étaient des protocoles d'études, 14 concernaient des maladies hors sujet, 47 concernaient l'évaluation de programmes d'activité physique chez des individus sains (prévention primaire) et deux articles étaient rédigés en allemand et en japonais.

Après cette première étape de sélection, 101 articles ont été lus intégralement et 54 articles ont été exclus en deuxième étape. L'exclusion en deuxième étape a été opérée sur la base des critères suivants : absence de mesure des bénéfices de santé ou des coûts du programme d'activité physique (10 articles exclus), évaluation d'un programme à composantes multiples incluant de l'activité physique (activité physique + éducation et/ou *counseling* et/ou régime) dans la mesure où l'effet propre de l'activité physique ne pouvait pas être mesuré (28 articles exclus), évaluation de programmes visant à promouvoir l'activité physique à travers du *counseling* ou des campagnes médiatiques (évaluation indirecte : 8 articles exclus), comparaison de deux programmes incluant différents types d'activité physique ou la même activité physique à quantité égale mais fréquence différente (7 articles exclus), revue de littérature dont les références ont déjà été incluses (1 article).

Après les deux étapes d'exclusion, 47 articles ont été sélectionnés pour inclusion dont 27 articles extraits de la revue de littérature de Roine et coll. (2009), 17 articles issus de la recherche par mots-clés et 3 articles communiqués par l'Inserm et non identifiés par les deux autres sources. Pour chacun de ces articles, les informations suivantes ont été extraites : auteurs, année de publication, revue de publication, pays d'étude, groupe de pathologie, pathologie spécifique, population étudiée, *design* de l'étude, programme d'activité physique évalué (type d'exercice, durée du programme et volume

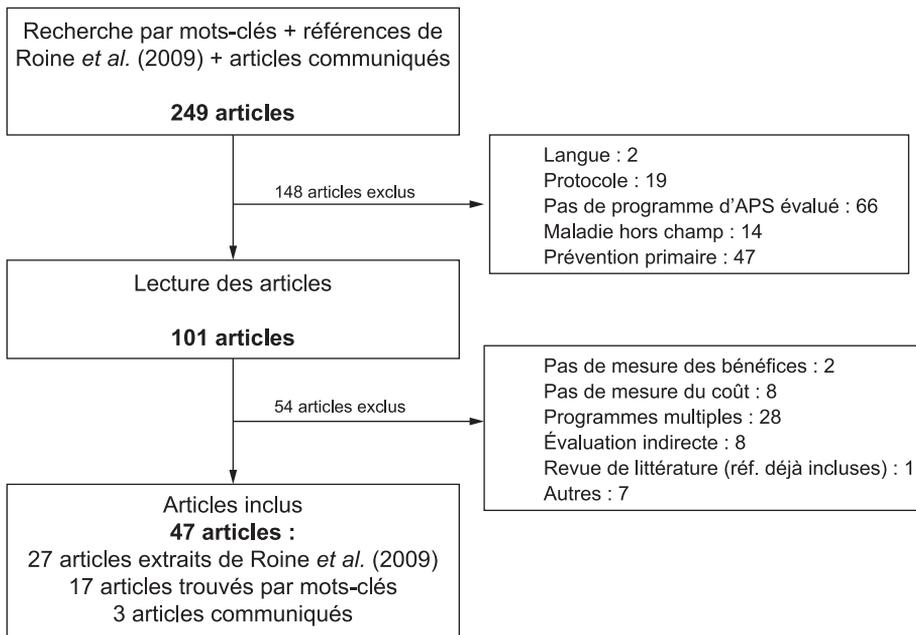


Figure 1 : Sélection des articles inclus

horaire si possible), groupe de contrôle (le cas échéant), nombre de sujets, mesures des bénéfiques, types de coûts pris en compte, horizon temporel de l'évaluation et résultats de l'évaluation économique.

Analyse bibliométrique

Cette section s'attache à décrire les 47 articles sélectionnés pour inclusion. Concernant d'abord le pays d'étude, une large majorité des articles provient principalement de trois pays : les Pays-Bas avec 13 articles (28 % du total), le Royaume-Uni avec 11 articles (23 % du total) et les États-Unis avec 8 articles (17 % du total) (tableau II).

La classification par type de pathologie, représentée dans la figure 2, montre que 25 articles (53 %) étudient des programmes d'activité physique dans le cadre de troubles ostéo-articulaires et que 12 articles (26 %) s'intéressent à des pathologies cardiovasculaires. Seuls quatre articles ont pour sujet les pathologies mentales alors que deux références ont été incluses concernant le diabète, les cancers et les pathologies respiratoires. Le faible nombre d'articles inclus concernant les pathologies respiratoires, le diabète et l'obésité s'explique par la nature des programmes mis en place chez les patients

Tableau II : Classification par pays d'étude

	N	%
Pays-Bas	13	27,66
Royaume-Uni	11	23,40
États-Unis	8	17,02
Norvège	2	4,26
Espagne	2	4,26
Australie	1	2,13
Belgique	1	2,13
Brésil	1	2,13
Canada	1	2,13
Danemark	1	2,13
France	1	2,13
Allemagne	1	2,13
Nouvelle-Zélande	1	2,13
Suède	1	2,13
Suisse	1	2,13
Italie	1	2,13

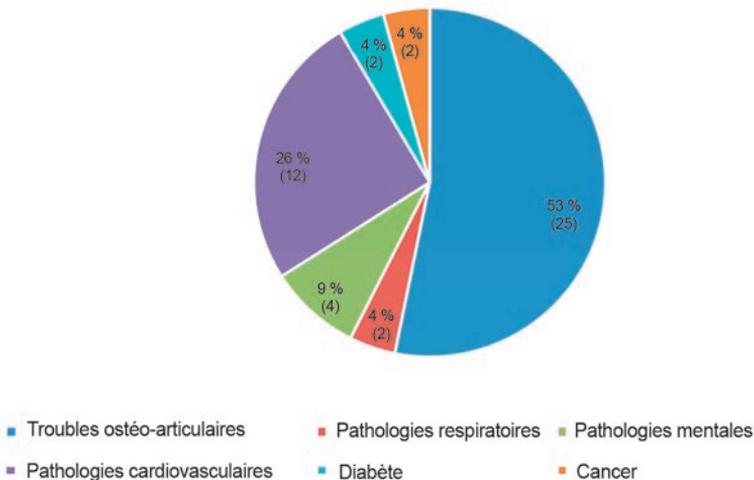


Figure 2 : Classification par type de pathologie

souffrant de ces pathologies. En effet, pour ces pathologies, le programme d'activité physique est très souvent initié en parallèle d'un programme d'éducation, de *counseling* ou de régime alimentaire et ne peut donc pas être évalué de manière indépendante.

La classification par type de *design* montre que l'écrasante majorité des programmes évalués le sont dans le cadre d'un essai randomisé contrôlé (39 articles sur 47 soit 83 % du total). Seuls huit articles utilisent une méthodologie d'évaluation différente dont cinq articles de simulations basées sur les résultats d'essais randomisés contrôlés, deux essais contrôlés non randomisés et une étude rétrospective (figure 3).

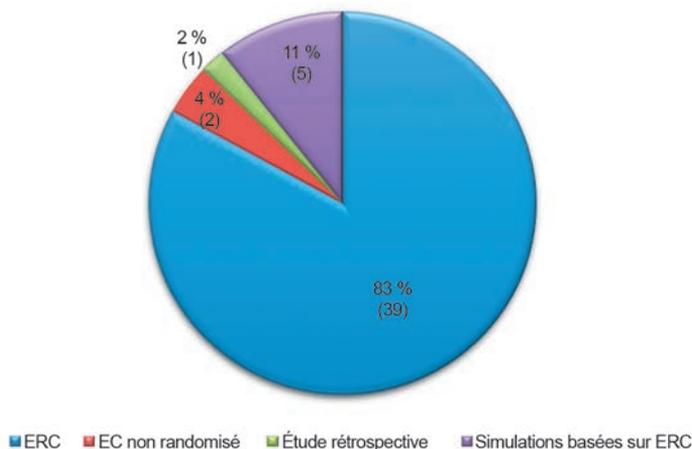


Figure 3 : Classification par type de *design*

Afin d'établir la classification par types de coût pris en compte, nous avons distingué les coûts directs et indirects du programme d'activité physique (tableau III). Les coûts directs incluent le coût du programme d'exercice (salaires des intervenants, matériel), les consommations de soins des patients (hospitalisations, consultations, médicaments, etc.) et les coûts directs non médicaux du programme pour les patients (transport, achat de matériel). Les coûts indirects comprennent les soins en institution ou informels (valorisation du temps des aidants), la valorisation monétaire de l'absentéisme et le coût d'opportunité du programme pour les patients à travers la valorisation monétaire du temps passé à effectuer l'activité physique.

Selon cette typologie, une classification en trois catégories a été adoptée concernant la perspective selon laquelle les coûts sont mesurés. Nous avons considéré que la perspective de coût est celle du « programme » si seul le coût du programme est pris en compte. Lorsque les consommations de soins des patients étaient prises en compte, une classification « système de soins » a été retenue. Enfin, la perspective de coût est considérée comme sociétale si au moins un des trois coûts indirects a été calculé dans l'étude.

Tableau III : Types de coût pris en compte

Type de coûts	N	%
Coûts directs		
Programme	46	97,87
Consommation de soins (hospitalisations, consultations, médicaments...)	37	78,72
Coûts non médicaux du programme pour les patients (transport...)	12	25,53
Coûts indirects		
Soin informel/en institution	8	17,02
Coût de l'absentéisme	20	42,55
Coût d'opportunité du programme pour les patients (temps)	4	8,51

Le tableau IV montre que 6 études (13 %) ne prennent en compte que le coût du programme, 18 études (38 %) incluent les consommations de soins mais aucun coût indirect et 23 (49 %) études considèrent au moins un coût indirect.

Tableau IV : Classification par perspective de coût

Perspective de coût	N	%
Programme	6	12,77
Système de soins	18	38,30
Sociétale	23	48,93

La classification par type de bénéfice mesuré montre que 22 études (47 %) ne mesurent les bénéfices de l'activité physique qu'en utilisant des mesures spécifiques à la pathologie étudiée. Au contraire, 25 études (53 %) incluent une mesure d'année de vie ajustée par la qualité (QALY-*Quality Adjusted Life Year*) parmi les bénéfices mesurés (tableau V). La figure 4 montre que les études plus récentes sont plus susceptibles d'utiliser les QALYs comme mesure du bénéfice du programme d'exercice. L'utilisation des QALYs est avantageuse car elle permet une meilleure comparabilité des programmes pour une pathologie et entre les pathologies.

Résultats par pathologie

Classification des résultats

Chaque programme d'activité physique est évalué par rapport à une intervention de contrôle appelée le comparateur. La classification des programmes s'effectue alors sur la base de la variation du coût (Δ coût) et de la variation

Tableau V : Classification par type de bénéfice

Type de bénéfice	N	%
QALY (<i>Quality-Adjusted Life Year</i>)	25	53,19
Mesure spécifique à la maladie	22	46,81

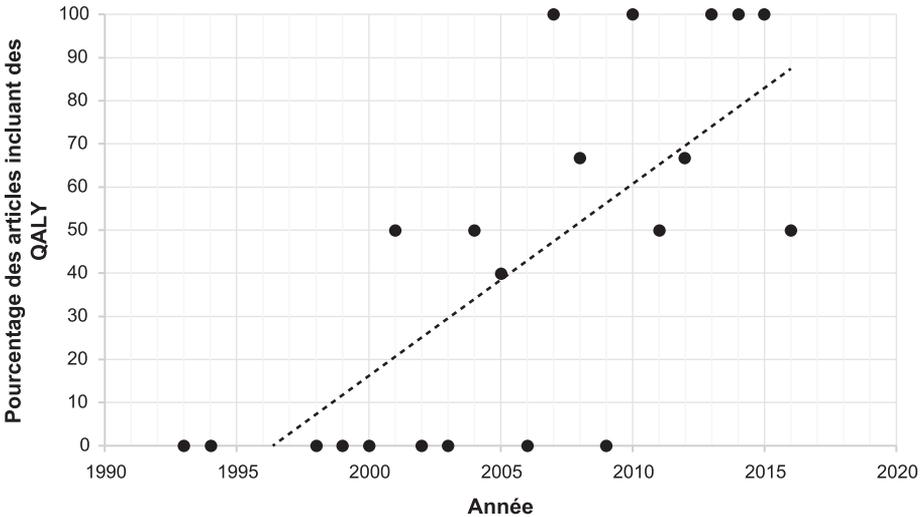


Figure 4 : Corrélation entre année de publication et part des études utilisant des QALYs

du bénéfice (Δ bénéfice) par rapport au comparateur. Dans ce cadre, neuf résultats sont possibles et peuvent être regroupés en trois configurations représentées par le tableau VI et la figure 5 : le programme d'activité physique est dominant, le programme d'activité physique est dominé et le programme d'activité physique se situe dans un cas intermédiaire.

Le programme d'activité physique est dominant s'il est plus bénéfique que le programme comparateur mais moins coûteux (quadrant sud-est) ou aussi coûteux (partie de l'axe des abscisses à droite de l'origine) ou s'il est aussi bénéfique mais moins coûteux (partie de l'axe des ordonnées en dessous de l'origine). Au contraire, le programme est dominé s'il est plus coûteux et moins bénéfique (quadrant nord-ouest) ou aussi bénéfique (partie de l'axe des ordonnées au-dessus de l'origine) que le comparateur ou s'il est aussi bénéfique mais plus coûteux (partie de l'axe des abscisses à gauche de l'origine). Enfin trois cas intermédiaires existent. Dans le premier cas, le programme est aussi coûteux et bénéfique que le programme de comparaison (origine sur la figure 5) et le choix du programme à adopter peut être basé sur les préférences des

patients pour l'une ou l'autre des modalités de traitement. Dans le second cas intermédiaire, le programme d'activité physique est moins coûteux mais également moins bénéfique que le comparateur. Dans ce cas, l'adoption du programme d'activité physique dépend de l'arbitrage entre les économies réalisées et les pertes en termes d'état de santé. Dans le dernier cas, plus souvent rencontré, le programme d'exercice est plus bénéfique mais également plus coûteux que le comparateur. L'utilisation du programme d'activité physique dépend alors de la volonté à payer pour obtenir le bénéfice de santé octroyé par l'exercice. Pour mieux comparer les programmes présentant ce troisième cas intermédiaire le rapport différentiel coût-résultat (RDCR/ICER) reporté par les auteurs dans l'article est ré-exprimé en euros 2015.

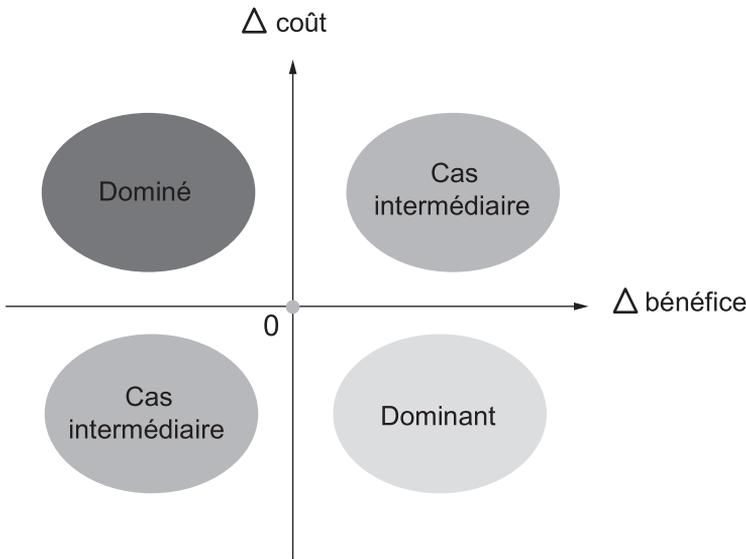


Figure 5 : Quadrant coût-efficacité

Tableau VI : Classification des résultats

		Δ coût/comparateur		
		Moins coûteux	Même coût	Plus coûteux
Δ bénéfice/comparateur	Moins bénéfique			
	Même bénéfice			
	Plus bénéfique			

Troubles ostéo-articulaires

Parmi les 47 articles inclus, 25 analysent économiquement l'effet d'un programme d'activité physique sur des troubles ostéo-articulaires. En fonction

de la littérature, ces articles sont classés par pathologie ou symptôme. Neuf concernent les douleurs lombaires, six l'arthrose du genou, cinq l'arthrose de la hanche (seule ou en combinaison avec le genou), trois les douleurs à l'épaule ou au cou et deux la polyarthrite rhumatoïde.

Les neuf articles concernant les douleurs lombaires sont des essais randomisés contrôlés dans lesquels le programme d'activité physique est comparé aux soins habituels. Les programmes d'activité physique varient largement en termes quantitatif et qualitatif (tableau VII). En ce qui concerne le type d'activité physique, deux programmes sont principalement constitués d'aérobic (Moffett et coll., 1999 ; Wright et coll., 2005) et deux d'endurance (Torstensen et coll., 1998 ; Henchoz et coll., 2010). Du point de vue du volume d'activité physique, le programme le moins long et intensif était celui du *UK Beam Trial* (2004) avec 8 heures de fitness sur 4 à 8 semaines alors que le programme évalué dans l'article de Henchoz et coll. (2010) comprenait 180 h d'activité physique variée sur 3 mois. La population d'étude varie également d'un article à l'autre allant de 60 sujets dans l'étude de Sjøgaard et coll. (2008) à 623 sujets dans l'essai de l'équipe du « *UK Beam Trial* ». Cinq articles utilisent l'intensité de la douleur pour mesurer le bénéfice du programme d'exercice (Sjøgaard et coll., 2008 ; Roer et coll., 2008 ; Torstensen et coll., 1998 ; Moffett et coll., 1999 ; Wright et coll., 2005), un article utilise le nombre de semaines passées sans douleur (Timm et coll., 1994) et trois articles incluent une mesure de QALY dans les bénéfices mesurés (van den Roer et coll., 2008 ; Henchoz et coll., 2010 et *UK Beam Trial Team*, 2004). Une étude adopte une perspective de coût incluant uniquement le coût du programme (Timm et coll., 1994), un article utilise une perspective de coût « système de soins » (*UK Beam Trial Team*, 2004) alors que les six articles restants adoptent une perspective de coût « sociétale ». Certains programmes évaluent les coûts et les bénéfices du programme d'exercice à court terme (huit semaines pour l'étude de Timm et coll., 1994) alors que d'autres les évaluent à plus long terme (deux ans pour Sjøgaard et coll., 2008). Concernant les résultats, une étude conclut que l'activité physique est dominée dans la mesure où le programme d'exercice est moins bénéfique et plus coûteux que les soins habituels (Sjøgaard et coll., 2008). Le programme d'activité physique est dominant dans quatre études : il est aussi bénéfique mais moins coûteux que les soins habituels dans l'étude de Torstensen et coll. (1998), il est plus bénéfique et aussi coûteux que les soins habituels dans l'étude de Moffett et coll. (1999) et il est plus bénéfique et moins coûteux (« *cost-saving* ») que le comparateur dans les études de Wright et coll. (2005) et Aboagye et coll. (2015). Dans quatre des huit articles, le programme d'activité physique se situe dans un cas intermédiaire. Dans deux articles, le programme d'exercice présente les mêmes bénéfices et coûts que

Tableau VII : Résultats pour les douleurs lombaires

Référence	Pays	Type d'exercice	Volume d'exercice	N	Mesure bénéfique	Perspective coût	Horizon	Résultats
Sogaard et coll., 2008	DK	Non spécifié	8 semaines 16 sessions	60	Intensité douleur	Sociétale	2 ans	Exercice moins bénéfique et plus coûteux
Van den Roer et coll., 2008	NL	Non spécifié	10 sessions individuelles 20 sessions de groupe	102	QALY Statut fonctionnel Intensité douleur	Sociétale	12 mois	Pas de différence de QALY et de coût
Henchoz et coll., 2010	CH	Endurance Force Stretching	3 mois 24 sessions 180 h	155	QALY	Sociétale	12 mois	Pas de différence de QALY et de coût
<i>UK BEAM Trial Team, 2004</i>	UK	Fitness	4-8 semaines : 8 sessions 8 h	623	QALY	Système de soins	12 mois	11 433 €/QALY
Timm et coll., 1994	USA	Exercices cardiovasculaires	8 semaines 24 sessions Intensité élevée/faible	150	Semaines sans douleur	Programme	8 semaines	LTE : 17,55 €/semaine sans douleur HTE : 37,46 €/semaine sans douleur
Torstensen et coll., 1998	NO	Endurance Coordination	12 semaines 36 sessions 36 h	138	Intensité douleur	Sociétale	15 mois	Exercice aussi bénéfique mais moins coûteux
Moffett et coll., 1999	UK	Aérobic Force Stretching	4 semaines 8 sessions 32 h	187	Intensité douleur	Sociétale	12 mois	Exercice plus bénéfique et aussi coûteux
Wright et coll., 2005	UK	Aérobic Stabilité Force	3 semaines 12 sessions 12 h	80	Intensité douleur	Sociétale	2 mois	<i>Cost-saving</i>
Aboagye et coll., 2015	SE	Yoga	6 semaines 12 sessions	107	QALY	Sociétale	12 mois	<i>Cost-saving</i>

HTE : *High-tech exercise* ; LTE : *Low-tech exercise*.

les soins habituels (van den Roer et coll., 2008 ; Henchoz et coll., 2010). Dans deux articles, le programme d'activité physique est plus bénéfique mais également plus coûteux que les soins habituels. Dans le « *UK Beam Trial* », le programme d'exercice présente un ratio différentiel coût-résultat de 11 433 €/QALY qui peut être considéré comme coût-efficace. Dans l'article de Timm et coll. (1994), le ratio différentiel coût-résultat est exprimé en semaines passées sans douleur avec un coût de 17 à 38 €/semaine sans douleur.

Les six articles concernant l'arthrose du genou ou les douleurs au genou sont des essais randomisés contrôlés dont un correspond à un programme d'activité physique à domicile (Thomas et coll., 2005). Un des programmes d'activité physique est dominé car aussi efficace et plus coûteux que les soins habituels (Hurley et coll., 2007). Trois programmes d'exercice sont dominants par rapport à leur comparateur dont deux sont « *cost-saving* » (Sevick et coll., 2000 ; McCarty et coll., 2004) et un aussi efficace et moins coûteux que le comparateur (Tan et coll., 2000). Dans l'article de Tomas et coll. (2005), le programme d'activité physique est plus coûteux et plus bénéfique que le soutien téléphonique avec un ratio différentiel coût-résultat de 4 769 € par patient présentant une amélioration clinique. Le programme d'exercice a un coût de 10 € par point de pourcentage d'amélioration de la distance de marche en 6 minutes dans l'article de Sevick et coll. en 2009 (tableau VIII).

Les cinq articles étudiant l'arthrose de la hanche ou de la hanche et du genou sont des essais randomisés contrôlés dans lesquels un programme d'exercice est comparé aux soins habituels ou aux soins prodigués par le médecin généraliste (Tan et coll., 2016). Deux de ces programmes consistent en des exercices aquatiques (Cochrane et coll., 2005 ; Partick et coll., 2001). Toutes les études sauf une (Tan et coll., 2016) utilisent des QALYs pour mesurer les bénéfices du programme d'exercice. Le programme d'activité physique est dominant, car aussi efficace mais moins coûteux que les soins du médecin généraliste, dans une étude (Tan et coll., 2016). Dans une étude, les bénéfices et les coûts sont les mêmes que pour les soins habituels (Coupe et coll., 2007) alors que 3 études montrent que le programme d'exercice est plus coûteux mais plus efficace que les soins habituels (Cochrane et coll., 2005 ; Pinto et coll., 2013 ; Patrick et coll., 2001) avec des ratios différentiels coût-résultat allant de 7 758 à 278 312 €/QALY (tableau IX).

Quatre essais randomisés contrôlés s'intéressent aux effets de programmes d'exercice dans le cadre de douleurs à l'épaule et au cou. Un programme d'aérobic est aussi bénéfique mais moins coûteux que la chirurgie arthroscopique (Brox et coll., 1993). Deux programmes d'exercice sont plus coûteux

Tableau VIII : Résultats pour l'arthrose et les douleurs au genou

Référence	Pays	Type d'exercice	Volume d'exercice	Comparateur	N	Mesure bénéfique	Perspective coût	Horizon	Résultats
Hurley et coll., 2007	UK	« <i>Functioning exercises</i> »	6 semaines 12 sessions 30-45 h	Soins habituels	335	QALY	Sociétale	6 mois	Exercice aussi efficace et plus coûteux
Thomas et coll., 2005	UK	À domicile Aérobic Résistance	2 ans 20-30 min/jour	Soutien téléphonique	759	Douleur au genou	Système de soins	2 ans	4 769 € par patient avec une amélioration clinique
Sevick et coll., 2009	US	Aérobic Résistance	18 mois 216 sessions 216 h	Éducation en santé	158	Distance de marche en 6 min	Système de soins	18 mois	10 € par point de % d'amélioration de la distance de marche en 6 minutes
Tan et coll., 2010	NL	Non spécifié	Conseil + exercice 6 semaines 9 sessions	Conseils	131	QALY	Sociétale	12 mois	Exercice aussi efficace mais moins coûteux
Sevick et coll., 2000	US	Aérobic ou Résistance	3 mois 36-40 sessions 36 h	Éducation en santé	439	Fréquence et intensité douleur Invalidité Performances physiques	Programme	18 mois	<i>Cost-saving</i>
McCarty et coll., 2004	UK	Force Endurance Equilibre	Exercice à domicile + 8 semaines 16 sessions 46 h	Exercice à domicile	151	QALY Intensité douleur	Système de soins	12 mois	<i>Cost-saving</i>

Tableau IX : Résultats pour l'arthrose de la hanche ou de la hanche et du genou

Référence	Pays	Type d'exercice	Volume d'exercice	Comparateur	N	Mesure bénéfique	Perspective coût	Horizon	Résultats
Coupé et coll., 2007	NL	Non spécifié	12 semaines 18 sessions max	Soins habituels	200	QALY Intensité douleur	Sociétale	65 semaines	Pas de différence dans les bénéfices et le coût
Cochrane et coll., 2005	UK	Exercices aquatiques	12 semaines 24 sessions 24 h	Soins habituels	312	QALY Intensité douleur	Système de soins	12 mois	7 758 à 12 030 €/QALY <i>Cost-saving</i> pour douleur
Pinto et coll., 2013	NZ	Aérobic Force	9 sessions 9 h	Soins habituels	102	QALY	Sociétale	12 mois	18 171 €/QALY
Patrick et coll., 2001	US	Exercices aquatiques	20 semaines 40 sessions min 150 h minimum	Soins habituels	249	QALY	Système de soins	Vie entière	44 277 à 278 312 €/QALY
Tan et coll., 2016	NL	Non spécifié	Soins Med G + exercice : 3 mois 12 sessions	Soins Med G	203	QoL	Sociétale	12 mois	Exercice aussi efficace mais moins coûteux

Med G : médecin généraliste ; QoL : *Quality of Life*.

et bénéfiques que les soins habituels ou par le médecin généraliste. Dans l'étude de Korthals-de Bos et coll. (2003), des exercices de relaxation et de stretching présentent les mêmes coûts et bénéfices que les soins par le médecin généraliste. Dans l'article de Geraets et coll. (2006), des exercices spécifiques pour l'épaule sont plus coûteux et bénéfiques que les soins habituels avec trois ratios différentiels coût-résultat mesurés : 1,63 € par point sur l'échelle de statut fonctionnel (/100), 5 822 € par point sur l'échelle de statut de santé générale (-1,0-1,0) et 18,75 € par point sur l'échelle de statut d'activités quotidiennes (/100) (tableau X).

Deux essais randomisés contrôlés menés aux Pays-Bas étudient les effets de programmes d'activité physique pour le traitement de la polyarthrite rhumatoïde. Ces deux programmes d'exercice sont comparés aux soins habituels, utilisent des QALY et adoptent une perspective de coût sociétale. Le premier programme, principalement composé d'aérobic, est intensif avec plus de 52 h d'exercice sur 3 semaines (Bulthuis et coll., 2008) alors que le deuxième programme, composé de cyclisme et d'un circuit d'exercice, est mené à long terme avec 270 heures d'exercice sur 2 ans (van den Hout et coll., 2005). Ces deux études apportent des résultats contradictoires qui semblent favoriser la pratique intensive de l'activité physique. En effet, le programme d'exercice intensif évalué à 12 mois est « *cost-saving* » alors que le programme d'exercice de long terme est dominé par les soins habituels car moins bénéfique et plus coûteux (tableau XI).

Au total sur 25 programmes d'exercice concernant les troubles ostéo-articulaires, 3 (12 %) sont dominés car plus coûteux à bénéfices égaux ou moindres, 10 (40 %) sont dominants (dont 5 « *cost-saving* », 4 moins coûteux à bénéfices égaux et 1 plus bénéfique à coût égal) et 12 (48 %) représentent des cas intermédiaires. Parmi les 12 programmes correspondant à des cas intermédiaires, 4 (33,3 %) sont aussi coûteux et bénéfiques que le comparateur, 8 (66,7 %) sont plus coûteux et plus efficaces, dont 3 ont des ratios différentiels coût-résultat inférieurs à 20 000 €/QALY, et un présente un ratio différentiel coût-résultat compris entre 50 000 et 250 000 €/QALY. Quatre articles expriment des ratios différentiels coût-résultat en utilisant des mesures de bénéfice spécifiques qui rendent difficile la détermination du caractère coût-efficace du programme (tableau XII).

Pathologies cardiovasculaires

Parmi les 46 articles inclus, 12 articles analysent économiquement l'effet d'un programme d'activité physique chez les personnes souffrant de pathologies cardiovasculaires. En décomposant par pathologie, six articles s'intéressent

Tableau X : Résultats pour les douleurs au cou et à l'épaule

Référence	Pays	Type d'exercice	Volume d'exercice	Comparateur	N	Mesure bénéfique	Perspective coût	Horizon	Résultats
Korthals-de Bos et coll., 2003	NL	Relaxation Stretching « <i>Functioning exercises</i> »	6 semaines 12 sessions max 6 h maximum	Soins Med G	123	Intensité douleur Invalidité	Sociétale	12 mois	Pas de différence dans les bénéfices et le coût
Geraets et coll., 2006	NL	Exercices spécifiques pour l'épaule	12 semaines 18 sessions 18 h	Soins habituels	176	Statut fonctionnel Santé générale Activités quotidiennes	Sociétale	12 mois	81,63 € par point (/100) de statut fonctionnel 5 822 € par point de santé générale (-1,0-1,0) 18,75 € par point (/100) d'activités quotidiennes
Brox et coll., 1993	NO	Aérobic	3-6 mois 24-48 sessions	Chirurgie arthroscopique	95	Intensité douleur	Sociétale	6 mois	Exercice aussi bénéfique que la chirurgie mais moins coûteux

Med G : médecin généraliste.

Tableau XI : Résultats pour la polyarthrite rhumatoïde

Référence	Pays	Type d'exercice	Volume d'exercice	Comparateur	N	Mesure bénéfique	Perspective coût	Horizon	Résultats
van den Hout et coll., 2005	NL	Cyclisme Circuit d'exercice	2 ans 108 sessions 270 h	Soins habituels	309	QALY	Sociétale	2 ans	Exercice moins bénéfique en termes de QALY et plus coûteux
Bulthuis et coll., 2008	NL	Aérobic Assouplissement Force	Programme intensif 3 semaines 42 sessions 52,5 h	Soins habituels	85	QALY	Sociétale	12 mois	<i>Cost-saving</i>

Tableau XII : Résumé des résultats pour les troubles ostéo-articulaires

		Δ coût/contrôle		
		Moins coûteux	Même coût	Plus coûteux
Δ bénéfiques/contrôle	Moins bénéfique	0	0	2
	Mêmes bénéfiques	4	4	1
	Plus bénéfique	5	1	8

aux maladies artérielles périphériques (claudication intermittente), trois à l'insuffisance cardiaque et trois à diverses maladies coronariennes chez des patients stables.

Parmi les six articles sur les maladies artérielles périphériques, deux études étaient des essais randomisés contrôlés (van Asselt et coll., 2011 ; Spronk et coll., 2008), deux des analyses de simulations basées sur les résultats d'essais randomisés contrôlés, une étude était un essai contrôlé non randomisé et un article présentait les résultats d'une étude rétrospective. Les programmes d'activité physique étaient tous, sauf un programme non défini (Reynolds et coll., 2014), des programmes de marche de durée et d'intensité variables allant de 6 à 12 heures sur 3 mois dans l'article de Treesak et coll. (2004) à 54-81 heures sur un an dans l'étude de van Asselt et coll. (2011). Une étude compare la marche à l'angioplastie (Treesak et coll., 2004), une autre à la revascularisation (Spronk et coll., 2008). Seul l'article de Treesak et coll. (2004) n'utilise pas de mesure de QALY. Un programme de marche apparaît dominant face à l'angioplastie (« *cost-saving* »), un autre face à la revascularisation (aussi efficace mais moins coûteux). Dans 4 des articles, le programme d'exercice est plus coûteux et plus bénéfique que le comparateur avec des ratios différentiels coût-résultat allant de 3 070 (Lee et coll., 2007) à 22 134 € (Reynolds et coll., 2014) par QALY et de 4,38 (van Asselt et coll., 2011) à 9,89 € (Malagoni et coll., 2011) par mètre supplémentaire marché (tableau XIII).

Trois articles évaluent des programmes d'exercice, comparés aux soins habituels, dans le cas de l'insuffisance cardiaque dont deux sont des analyses de simulations et un présente les résultats d'un essai randomisé contrôlé. Les trois articles représentent des cas intermédiaires. Un programme d'aérobic de huit semaines n'entraîne pas d'amélioration de la distance de marche ni de changement dans le coût par rapport aux soins habituels (Witham et coll., 2012). Les 2 analyses de simulations, menées à l'horizon de 10 ans, montrent que 2 programmes d'exercice de 14 et 3 mois respectivement sont plus coûteux et bénéfiques que les soins habituels pour des patients souffrant d'insuffisance cardiaque. Georgiou et coll. (2001) mettent en avant un ratio

Tableau XIII : Résultats pour la claudication intermittente

Référence	Pays	Design	Type d'exercice	Volume d'exercice	Comparateur	N	Mesure bénéfique	Perspective coût	Horizon	Résultats
van Asselt et coll., 2011	NL	ERC	Marche Endurance Force	1 an 108-162 sessions 54-81 h	Conseils	304	QALY Distance marchée sans douleur	Sociétale	12 mois	4,38 €/mètre supplémentaire 30 787 €/QALY
Malagoni et coll., 2011	IT	Étude rétrospective	À domicile Marche	2 ans 10-min 2 fois/jour	Aucun	-	Distance marchée sans douleur	Programme	2 ans	9,89 €/mètre supplémentaire
Lee et coll., 2007	UK	ECNR	Marche Autres exercices	3 mois 36 sessions 36 h	Soins habituels	70	QALY Distance marchée sans douleur	Programme	12 mois	3 070 €/QALY
Reynolds et coll., 2014	US	Sim.	Non spécifié	26 semaines 78 sessions 78 h	Soins habituels	111	QALY	Système de soins	5 ans	22 134/QALY
Spronk et coll., 2008	NL	ERC	Marche	6 mois 48 sessions 24 h	Revascularisation	151	QALY	Sociétale	12 mois	Aussi efficace mais moins coûteux
Treesak et coll., 2004	US	Sim.	Marche	3-6 mois 12-24 sessions 6-12 h	Angioplastie	-	Distance marchée sans douleur	Sociétale	6 mois	Cost-saving

ECNR : essai contrôlé non randomisé ; Sim : analyse de simulation.

différentiel coût-résultat de 1 533 € par année de vie sauvée contre 12 695 €/QALY dans l'article de Kühr et coll. (2010) (tableau XIV).

Trois articles évaluent des programmes d'exercice chez des patients stables souffrant de plusieurs types de maladies coronariennes dans le cadre d'essais randomisés contrôlés. Hambrecht et coll. (2004) montrent qu'un programme de cyclisme et d'aérobic est « *cost-saving* » par rapport à l'angioplastie lorsque les consommations de soins des patients sont prises en compte. Blumenthal et coll. (2002) trouvent qu'un programme de marche et de jogging de 16 semaines évalué à 5 ans ne présente pas de différence de bénéfices et de coûts par rapport aux soins habituels. Nieuwland et coll. (2000) comparent un programme d'activité physique (cyclisme, endurance, nage, sports de ballon...) intensif de 120 heures en 6 semaines à un programme similaire en nature et en durée mais moins intensif avec seulement 24 heures d'exercice. Les auteurs montrent qu'à six semaines l'exercice intensif est plus bénéfique pour le seuil ventilatoire et la qualité de vie mais pas pour la capacité fonctionnelle. Ce programme coûte 2 731 € de plus que le programme peu intensif mais aucun ratio différentiel coût-résultat n'est calculé dans l'étude (tableau XV).

Au total sur 12 programmes d'activité physique concernant les pathologies cardiovasculaires, 3 (25 %) sont dominants, dont 2 « *cost-saving* » et 1 moins coûteux à bénéfices égaux, et 9 (75 %) représentent des cas intermédiaires. Dans les cas intermédiaires, 2 programmes (17 %) sont aussi coûteux et bénéfiques que le comparateur et 7 programmes (58 %) sont plus coûteux et plus efficaces. Parmi ces 7 programmes d'exercice, 3 ont des ratios différentiels coût-résultat inférieurs à 30 000 €/QALY, une étude présente un ratio différentiel coût-résultat de 1 533 € par année de vie sauvée, 2 articles expriment le gain en mètres marchés (4,38 à 9,89 €/mètre additionnel) et une étude ne mesure pas le bénéfice incrémental du programme (tableau XVI).

Pathologies mentales

Un seul article s'intéresse uniquement aux pathologies mentales retenues dans l'analyse. Torres et coll. (2005) étudient un programme d'activité physique de long terme (quatre ans), principalement composé de football, chez des patients schizophrènes dans le cadre d'un essai contrôlé non randomisé. Pour les 40 patients suivis pendant 10 ans, le bénéfice du programme d'activité physique est mesuré par le nombre d'hospitalisations alors que les seuls coûts mesurés sont les consommations de médicaments des patients. Le programme d'exercice est considéré comme dominant par les auteurs car celui-ci permet une baisse du nombre de rechutes sans surcoût. La qualité méthodologique de cette étude est néanmoins médiocre du fait du *design* utilisé et du

Tableau XIV : Résultats pour l'insuffisance cardiaque

Référence	Pays	Design	Type d'exercice	Volume d'exercice	Comparateur	N	Mesure bénéfique	Perspective coût	Horizon	Résultats
Witham et coll., 2012	UK	ERC	Aérobic Force Résistance	8 semaines 16 sessions	Soins habituels	87	Distance de marche en 6 min Qualité de vie	Système de soins	24 semaines	Pas de différence dans les bénéfices et le coût
Georgiou et coll., 2001	US	Sim.	Stretching Cyclisme	14 mois 56 sessions	Soins habituels	74	Années de vie sauvées	Sociétale	10 ans	1 533 €/année de vie sauvée
Kühr et coll., 2010	BR	Sim.	Marche Cyclisme	3 mois 36 sessions 16,5 h	Soins habituels	-	QALY	Système de soins	10 ans	12 695 €/QALY

Sim. : analyse de simulation.

Tableau XV : Résultats pour les maladies coronariennes chez des patients stables

Référence	Pays	Type d'exercice	Volume d'exercice	Comparateur	N	Mesure bénéfiques	Perspective coût	Horizon	Résultats
Blumenthal et coll., 2002	US	Marche Jogging	16 semaines 48 sessions 36 h	Soins habituels	94	Manifestation clinique	Système de soins	5 ans	Pas de différence dans les bénéfices et le coût
Nieuwland et coll., 2000	NL	Cyclisme Endurance Nage, marche ou jogging, Sports de ballon	Exercice intensif : 6 semaines 60 sessions 120 h	6 semaines 12 sessions 24 h	130	Capacité fonctionnelle Seuil ventilatoire Qualité de vie	Programme	6 sem.	Exercice plus bénéfique pour le seuil ventilatoire et la qualité de vie mais pas pour la capacité fonctionnelle L'exercice intensif coûte 2 731 € de plus Pas de RDCR (ICER)
Hambrech et coll., 2004	DE	Cyclisme Aérobic	2 semaines : 7 h vélo/semaine Après sortie hôpital : 7 h vélo + 1 h d'exercice/semaine	Angioplastie	101	Temps sans manifestations cliniques Capacité d'exercice	Système de soins	12 mois	Cost-saving

RDCR : rapport différentiel coût-résultat.

Tableau XVI : Résumé des résultats pour les pathologies cardiovasculaires

		Δ coût/contrôle		
		Moins coûteux	Même coût	Plus coûteux
Δ bénéfiques/ contrôle	Moins bénéfique	0	0	0
	Mêmes bénéfiques	1	2	0
	Plus bénéfique		2	0 7

faible nombre de patients. Gusi et coll. (2008) comparent un programme de marche de six mois aux soins habituels chez des femmes dépressives et obèses ou en surpoids. À 6 mois, et en prenant en compte les consommations de soins des patientes, les auteurs montrent que le programme de marche est plus coûteux mais plus bénéfique que les soins habituels et calculent un ratio différentiel coût-résultat de 333 €/QALY. Deux articles présentent une évaluation du même programme d'« *exercise referral scheme* » au Pays de Galles. Dans le cadre de ce programme, des patients dépressifs, anxieux ou à risque de maladies cardiovasculaires, sont adressés par leur médecin généraliste vers des centres sportifs où un programme d'exercice de 16 semaines est conçu. Edwards et coll. (2013) et Murphy et coll. (2012) évaluent ce programme à 12 mois en comparaison des soins habituels et mettent en avant un ratio différentiel coût-efficacité de 16 683 €/QALY (tableau XVII).

Cancers

Deux articles inclus ont pour sujet des programmes d'activité physique chez des femmes souffrant d'un cancer du sein. Haines et coll. (2010) comparent un programme composé d'exercices de renforcement musculaire, d'équilibre et d'endurance, à un programme de flexibilité et de relaxation chez des femmes sous traitement deux semaines après leur chirurgie pour le cancer du sein. À six mois, et en adoptant une perspective de coût sociétale, les auteurs montrent que le programme d'exercice est plus coûteux et bénéfique que la relaxation. Cependant, ils mettent en avant un ratio différentiel coût-résultat défavorable de 408 827 €/QALY. Mewes et coll. (2015) évaluent un programme d'exercice à domicile supervisé de 12 semaines comprenant de la nage, de la course et du cyclisme chez des femmes faisant l'expérience d'une ménopause précoce suite au traitement de leur cancer du sein. Le groupe de contrôle est constitué de femmes sur liste d'attente pour bénéficier du même programme. En prenant en compte les consommations de soins des patientes, les auteurs trouvent que le programme d'exercice présente un ratio différentiel coût-résultat de 28 078 €/QALY (tableau XVIII).

Tableau XVII : Résultats pour les pathologies mentales

Référence	Pays	Design	Type d'exercice	Volume d'exercice	Comparateur	N	Mesure bénéfice	Perspective coût	Horizon	Résultats
Gusi et coll., 2008 (dépression + obésité)	ES	ERC	Marche	6 mois 72 sessions 60 h	Soins habituels + conseils	106	QALY	Système de soins	6 mois	333,70 €/QALY
Edwards et coll., 2013 ; Murphy et coll., 2012 (dépression/ anxiété/à risque de MCV)	UK	ERC	Non spécifié Exercices individuels ou en groupe	16 semaines	Soins habituels + information	798	QALY	Système de soins	12 mois	16 683 €/QALY
Torres et coll., 2005 (schizophrénie)	ES	ECNR	Football	4 ans 208 sessions 208 h	Soins habituels	40	Nombre d'hosp.	Système de soins (médicaments)	10 ans	L'exercice permet de prévenir les rechutes au même coût

ECNR : essai contrôlé non randomisé ; MCV : maladie cardiovasculaire.

Tableau XVIII : Résultats pour les cancers

Référence	Pays	Design	Type d'exercice	Volume d'exercice	Comparateur	N	Mesure bénéfice	Perspective coût	Horizon	Résultats
Mewes et coll., 2015 (Cancer du sein Ménopause précoce due au traitement)	NL	Sim.	Nage Course Cyclisme Programme à domicile supervisé	12 semaines 30-36 h	Liste d'attente	Cohorte de 1 000 patients	QALY	Système de soins	5 ans	28 078 €/QALY
Haines et coll., 2010 (Cancer du sein 2 sem. après chirurgie Sous traitement)	AU	ERC	Force Equilibre Endurance	Non spécifié	Flexibilité Relaxation	73	QALY	Sociétale	6 mois	404 827 €/QALY

Sim. : analyse de simulation.

Pathologies respiratoires

Peu d'articles concernant les pathologies respiratoires ont été inclus du fait de la nature multi-composante des interventions chez les patients souffrant de ces pathologies. Néanmoins, deux articles inclus évaluent des programmes similaires d'activité physique (cyclisme, marche, renforcement musculaire) chez des patients atteints de BPCO. Troosters et coll. (2000) comparent un programme d'exercice de 6 mois aux soins habituels et montrent que l'activité physique permet une amélioration de la distance marchée en 6 minutes pour un coût de 65,72 € par mètre supplémentaire marché quand seul le coût du programme est pris en compte. Zwerink et coll. (2016) évaluent l'ajout d'un programme d'activité physique à quatre sessions d'autogestion chez des patients souffrant de BPCO. Ils montrent que le programme d'exercice présente un ratio différentiel coût-résultat de 11 749 €/QALY (tableau XIX).

Diabète

Deux articles évaluent des programmes d'activité physique chez des patients diabétiques. Brun et col. (2008) étudient un programme d'exercice d'un an non supervisé et à domicile (marche, jogging, gymnastique). En prenant en compte les consommations de soins des patients, mais pas le coût du programme, les auteurs montrent que l'exercice est « *cost-saving* » par rapport aux soins habituels. Néanmoins, les résultats de cette étude sont à prendre avec précaution étant donné le nombre très faible de patients dans les deux groupes (25 patients seulement). Coyle et coll. (2012) comparent un programme d'aérobic et de résistance musculaire de six mois aux soins habituels chez des patients diabétiques au Canada. En adoptant une perspective de coût « système de soins », ils montrent que l'exercice est plus coûteux et bénéfique que les soins habituels avec un ratio différentiel coût-résultat de 28 501 €/QALY (tableau XX).

Résultats pour l'ensemble des pathologies

Les 47 articles inclus évaluent 46 programmes d'activité physique chez des patients atteints de pathologies chroniques. Sur ces 46 programmes d'exercice toutes pathologies confondues, 3 sont dominés (tous portent sur des patients souffrant de troubles ostéo-articulaires), 15 sont dominants – dont 8 sont « *cost-saving* », 5 moins coûteux à bénéfiques égaux et 2 plus bénéfiques à coûts égaux – et 28 représentent des cas intermédiaires dont 6 sont aussi coûteux et bénéfiques que le comparateur et 22 sont plus coûteux et plus

Tableau XIX : Résultats pour les pathologies respiratoires (BPCO)

Référence	Pays	Type d'exercice	Volume d'exercice	Comparateur	N	Mesure bénéfiques	Perspective coût	Horizon	Résultats
Troosters et coll., 2000	BE	Cyclisme Marche Montée d'escaliers Force	6 mois 60 sessions 90 h	Soins habituels	100	Distance de marche en 6 min	Programme	6 mois	65,72 €/mètre supplémentaire
Zwerink et coll., 2016	NL	4 sessions d'autogestion + Cyclisme Marche Montée d'escaliers Force	11 mois 6 mois : 72 sessions obligatoires 5 mois suivants : 40 sessions optionnelles	4 sessions d'autogestion	153	QALY Amélioration clinique (≥ 500 pas/j)	Système de soins	2 ans	11 749 €/QALY 1 676 €/par patient avec amélioration clinique

Tableau XX : Résultats pour le diabète

Référence	Pays	Type d'exercice	Volume d'exercice	Comparateur	N	Mesure bénéfiques	Perspective coût	Horizon	Résultats
Coyle et coll., 2012	CA	Résistance Aérobic	6 mois 11 sessions	Soins habituels	251	QALY	Système de soin	6 mois	28 501 €/QALY
Brun et coll., 2008	FR	À domicile, non supervisé Marche Jogging Gymnastique	1 an 104 sessions 52-78 h	Soins habituels	25	Distance de marche en 6 min Capacité physique maximale	Système de soin (coût du programme non inclus)	12 mois	Cost-saving

efficaces. Parmi les 22 articles où le programme d'activité physique est plus coûteux et plus bénéfique que le comparateur, 11 ont un coût par QALY inférieur à 30 000 €, 1 a un coût par QALY compris entre 50 000 et 250 000 € et 1 un coût par QALY supérieur 400 000 €. Enfin, neuf articles utilisent des mesures de bénéfices spécifiques et non comparables qui rendent difficile le jugement du caractère coût-efficace du programme d'exercice (tableau XXI).

Tableau XXI : Résumé des résultats pour l'ensemble des pathologies

		Δ coût/contrôle		
		Moins coûteux	Même coût	Plus coûteux
Δ bénéfices/contrôle	Moins bénéfique	0	0	2
	Mêmes bénéfiques	5	6	1
	Plus bénéfique	8	2	22

Conclusion

Sur 46 programmes d'exercice toutes pathologies confondues, 32,6 % sont dominants et 48,9 % sont plus coûteux et plus efficaces par rapport au comparateur. Parmi les programmes plus bénéfiques et coûteux, 50 % sont coût-efficaces pour un seuil de coût par QALY inférieur à 30 000 € et 9,1 % ne sont pas coût-efficaces. Par ailleurs, 40,9 % des programmes d'exercice plus coûteux et bénéfiques utilisent des mesures spécifiques de bénéfice de santé ne permettant pas de conclusion quant à leur caractère coût-efficace.

Au total, 56,5 % des programmes évalués sont donc « *cost-saving* » ou coût-efficaces et 19,6 % des programmes sont potentiellement coût-efficaces en fonction des seuils de coût-efficacité choisis pour les mesures spécifiques de bénéfice de santé (par exemple, le coût par mètre supplémentaire marché). Ces chiffres atteignent 52 % pour les troubles ostéo-articulaires (+ 16 % avec mesures spécifiques) et 58 % pour les maladies cardiovasculaires (+ 16,5 % avec mesures spécifiques). En se basant sur la littérature existante, les programmes d'exercice en traitement des pathologies chroniques apparaissent donc comme des interventions favorables d'un point de vue économique.

Il existe néanmoins plusieurs limites à la littérature existante. Premièrement, pour certaines pathologies comme les cancers ou les troubles mentaux, il existe peu d'évaluations économiques des programmes d'activité physique. Pour d'autres pathologies comme le diabète, l'obésité ou les pathologies respiratoires, les programmes évalués sont le plus souvent à composantes multiples (exercice + éducation/*counseling*/régime alimentaire), ce qui ne permet

pas de mesurer les bénéfices et les coûts seulement imputables à l'activité physique. Enfin, les programmes d'activité physique sont difficilement comparables entre et même au sein des pathologies. Plusieurs facteurs expliquent cette difficile comparabilité : utilisation de mesures de bénéfices spécifiques à la pathologie plutôt que des QALY, différences dans les types de coûts pris en compte pour mesurer le coût total du programme d'activité physique, calcul des bénéfices et des gains à des horizons temporels différents, spécificités de chaque programme en ce qui concerne le type d'exercice effectué, la fréquence, l'intensité et la durée du programme d'activité physique.

RÉFÉRENCES

- Aboagye E, Karlsson ML, Hagberg J, *et al.* Cost-effectiveness of early interventions for non-specific low back pain: a randomized controlled study investigating medical yoga, exercise therapy and self-care advice. *J Rehabil Med* 2015 ; 47 : 167-73.
- Blumenthal JA, Babyak M, Wei J, *et al.* Usefulness of psychosocial treatment of mental stress-induced myocardial ischemia in men. *Am J Cardiol* 2002 ; 89 : 164-8.
- Brox JI, Staff PH, Ljunggren AE, *et al.* Arthroscopic surgery compared with supervised exercises in patients with rotator cuff disease (stage II impingement syndrome). *BMJ* 1993 ; 307 : 899-903.
- Brun JF, Bordenave S, Mercier J, *et al.* Cost-sparing effect of twice-weekly targeted endurance training in type 2 diabetics: a one-year controlled randomized trial. *Diabetes Metab* 2008 ; 34 : 258-65.
- Bulthuis Y, Mohammad S, Braakman-Jansen LMA, *et al.* Cost-effectiveness of intensive exercise therapy directly following hospital discharge in patients with arthritis: results of a randomized controlled clinical trial. *Arthritis Rheum* 2008 ; 59 : 247-54.
- Cochrane T, Davey RC, Matthes Edwards SM. Randomised controlled trial of the cost-effectiveness of water-based therapy for lower limb osteoarthritis. *Health Technol Assess* 2005 ; 9 : iii-iv, ix-xi, 1-114.
- Coupé V, Veenhof C, van Tulder M, *et al.* The cost effectiveness of behavioural graded activity in patients with osteoarthritis of hip and/or knee. *Ann Rheum Dis* 2007 ; 66 : 215-21.
- Coyle D, Coyle K, Kenny GP, *et al.* Cost-effectiveness of exercise programs in type 2 diabetics. *Int J Technol Assess Health Care* 2012 ; 28 : 228-34.
- Edwards RT, Linck P, Hounsome N, *et al.* Cost-effectiveness of a national exercise referral programme for primary care patients in Wales: results of a randomised controlled trial. *BMC Public Health* 2013 ; 13 : 1021.

Georgiou D, Chen Y, Appadoo S, *et al.* Cost-effectiveness analysis of long-term moderate exercise training in chronic heart failure. *Am J Cardiol* 2001 ; 87 : 984-988 ; A4.

Geraets JJ, Goossens ME, de Bruijn CP, *et al.* Cost-effectiveness of a graded exercise therapy program for patients with chronic shoulder complaints. *Int J Technol Assess Health Care* 2006 ; 22 : 76-83.

Gusi N, Reyes MC, Gonzalez-Guerrero JL, *et al.* Cost-utility of a walking programme for moderately depressed, obese, or overweight elderly women in primary care: a randomised controlled trial. *BMC Public Health* 2008 ; 8 : 231.

Haines TP, Sinnamon P, Wetzig NG, *et al.* Multimodal exercise improves quality of life of women being treated for breast cancer, but at what cost? Randomized trial with economic evaluation. *Breast Cancer Res Treat* 2010 ; 124 : 163-75.

Hambrecht R, Walther C, Möbius-Winkler S, *et al.* Percutaneous coronary angioplasty compared with exercise training in patients with stable coronary artery disease: a randomized trial. *Circulation* 2004 ; 109 : 1371-8.

Henchoz Y, Pinget C, Wasserfallen JB, *et al.* Cost-utility analysis of a three-month exercise programme vs usual care following multidisciplinary rehabilitation for chronic low back pain. *J Rehabil Med* 2010 ; 42 : 846-52.

Hurley MV, Walsh NE, Mitchell HL, *et al.* Economic evaluation of a rehabilitation program integrating exercise, self-management, and active coping strategies for chronic knee pain. *Arthritis Rheum* 2007 ; 57 : 1220-9.

Korthals de Bos IB, Hoving, JL, van Tulder MW, *et al.* Cost effectiveness of physiotherapy, manual therapy, and general practitioner care for neck pain: economic evaluation alongside a randomised controlled trial. *BMJ* 2003 ; 326 : 911.

Kühr EM, Ribeiro RA, Rohde LEP, *et al.* Cost-effectiveness of supervised exercise therapy in heart failure patients. *Value Health* 2011 ; 14 : S100-7.

Lee HL, Mehta T, Ray B, *et al.* A non-randomised controlled trial of the clinical and cost effectiveness of a supervised exercise programme for claudication. *Eur j Vasc Endovasc Surg* 2007, 33 : 202-7.

Malagoni AM, Vagnoni E, Felisatti M, *et al.* Evaluation of patient compliance, quality of life impact and cost-effectiveness of a “test in train out” exercise-based rehabilitation program for patients with intermittent claudication. *Circulation J* 2011 ; 75 : 2128-34.

McCarthy CJ, Mills PM, Pullen R, *et al.* Supplementation of a home-based exercise programme with a class-based programme for people with osteoarthritis of the knees: a randomised controlled trial and health economic analysis. *Health Technol Assess* 2004 ; 8 : iii-iv, 1-61.

Mewes JC, Steuten LM, Duijts, SF, *et al.* Cost-effectiveness of cognitive behavioral therapy and physical exercise for alleviating treatment-induced menopausal symptoms in breast cancer patients. *J Cancer Surviv* 2015 ; 9 : 126-35.

Moffett JK, Torgerson D, Bell-Syer S, *et al.* Randomised controlled trial of exercise for low back pain: clinical outcomes, costs, and preferences. *BMJ* 1999 ; 319 : 279-83.

Murphy SM, Edwards RT, Williams N, *et al.* An evaluation of the effectiveness and cost effectiveness of the national exercise referral scheme in Wales, UK: a randomised controlled trial of a public health policy initiative. *J Epidemiol Community Health* 2012 ; 66 : 745-53.

Nieuwland W, Berkhuisen MA, van Veldhuisen DJ, *et al.* Differential effects of high-frequency versus low-frequency exercise training in rehabilitation of patients with coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol* 2000 ; 36 : 202-7.

Patrick DL, Ramsey SD, Spencer AC, *et al.* Economic evaluation of aquatic exercise for persons with osteoarthritis. *Med Care* 2001 ; 39 : 413-24.

Pinto D, Robertson MC, Abbott JH, *et al.* Manual therapy, exercise therapy, or both, in addition to usual care, for osteoarthritis of the hip or knee. 2: economic evaluation alongside a randomized controlled trial. *Osteoarthritis Cartilage* 2013 ; 21 : 1504-13.

Reynolds MR, Apruzzese P, Galper BZ, *et al.* Cost-effectiveness of supervised exercise, stenting, and optimal medical care for claudication: results from the claudication: exercise versus endoluminal revascularization (CLEVER) trial. *J Am Heart Assoc* 2014 ; 3 : e001233.

Sevick MA, Bradham DD, Muender M, *et al.* Cost-effectiveness of aerobic and resistance exercise in seniors with knee osteoarthritis. *Med Sci Sports Exercise* 2000 ; 32 : 1534-40.

Sevick MA, Miller GD, Loeser RF, *et al.* Cost-effectiveness of exercise and diet in overweight and obese adults with knee osteoarthritis. *Med Sci Sports Exercise* 2009 ; 41 : 1167-74.

Søgaard R, Bünger CE, Laurberg I, *et al.* Cost-effectiveness evaluation of an RCT in rehabilitation after lumbar spinal fusion: a low-cost, behavioural approach is cost-effective over individual exercise therapy. *Eur Spine J* 2008 ; 17 : 262-71.

Spronk S, Bosch JL, den Hoed PT, *et al.* Cost-effectiveness of endovascular revascularization compared to supervised hospital-based exercise training in patients with intermittent claudication: a randomized controlled trial. *J Vasc Surg* 2008 ; 48 : 1472-80.

Tan SS, Teirlinck CH, Dekker J, *et al.* Cost-utility of exercise therapy in patients with hip osteoarthritis in primary care. *Osteoarthritis Cartilage* 2016 ; 24 : 581-8.

Tan SS, van Linschoten RL, van Middelkoop M, *et al.* Cost-utility of exercise therapy in adolescents and young adults suffering from the patellofemoral pain syndrome. *Scand J Med Sci Sports* 2010 ; 20 : 568-79.

Thomas KS, Miller P, Doherty M, *et al.* Cost effectiveness of a two-year home exercise program for the treatment of knee pain. *Arthritis Rheum* 2005 ; 53 : 388-94.

Timm KE. A randomized-control study of active and passive treatments for chronic low back pain following L5 laminectomy. *J Orthopaedic Sports Phys Ther* 1994 ; 20 : 276-86.

Torres-Carbajo A, Olivares J, Merino H, *et al.* Efficacy and effectiveness of an exercise program as community support for schizophrenic patients. *Am J Recreation The* 2005 ; 41-7.

Torstensen TA, Ljunggren AE, Meen HD, *et al.* Efficiency and costs of medical exercise therapy, conventional physiotherapy, and self-exercise in patients with chronic low back pain. A pragmatic, randomized, single-blinded, controlled trial with 1-year follow-up. *Spine* 1998 ; 23 : 2616-24.

Treesak C, Kasemsup V, Treat-Jacobson D, *et al.* Cost-effectiveness of exercise training to improve claudication symptoms in patients with peripheral arterial disease. *Vasc Med* 2004 ; 9 : 279-85.

Troosters T, Gosselink R, Decramer M. Short- and long-term effects of outpatient rehabilitation in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a randomized trial. *Am J Med* 2000 ; 109 : 207-12.

UK Beam Trial Team. United Kingdom back pain exercise and manipulation (UK BEAM) randomised trial: effectiveness of physical treatments for back pain in primary care. *BMJ* 2004 ; 329 : 1377.

Van Asselt AD, Nicolai SP, Joore MA, *et al.* Cost-effectiveness of exercise therapy in patients with intermittent claudication: supervised exercise therapy versus a “go home and walk” advice. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2011 ; 41 : 97-103.

Van den Hout WB, de Jong Z, Munneke M, *et al.* Cost-utility and cost-effectiveness analyses of a long-term, high-intensity exercise program compared with conventional physical therapy in patients with rheumatoid arthritis. *Arthritis Rheum* 2005 ; 53 : 39-47.

van der Roer N, van Tulder M, van Mechelen W, *et al.* Economic evaluation of an intensive group training protocol compared with usual care physiotherapy in patients with chronic low back pain. *Spine* 2008 ; 33 : 445-51.

Witham MD, Fulton, RL, Greig CA, *et al.* Efficacy and cost of an exercise program for functionally impaired older patients with heart failure: a randomized controlled trial. *Circ Heart Fail* 2012 ; 5 : 209-16.

Wright A, Lloyd-Davies A, Williams S, *et al.* Individual active treatment combined with group exercise for acute and subacute low back pain. *Spine* 2005 ; 30 : 1235-41.

Zwerink M, Effing T, Kerstjens HA, *et al.* Cost-effectiveness of a community-based exercise programme in COPD self-management. *COPD* 2016 ; 13 : 214-23.

Diabète de type 1 et exercice

Elsa Heyman

Université de Lille, Université Artois, Université Littoral Côte d'Opale,
EA 7369 – URePSSS – Unité de Recherche Pluridisciplinaire Sport Santé Société, Lille

Martine Duclos

Clermont Université, Université d'Auvergne, Unité de Nutrition Humaine ;
INRA, UMR 1019, UNH, CRNH Auvergne ; CHU Clermont-Ferrand,
Service de Médecine du Sport et des Explorations Fonctionnelles, Clermont-Ferrand

Le diabète de type 1 (DT1) résulte de la destruction des cellules β du pancréas par un processus auto-immun et se caractérise par l'absence totale de sécrétion endogène d'insuline. La prise en charge du diabète de type 1 repose sur l'apport d'insuline, l'autosurveillance glycémique, une adaptation de l'alimentation et la pratique d'exercices physiques réguliers. En effet, la pratique d'une activité physique régulière est source d'épanouissement et induit de nombreux effets positifs sur la santé au long terme (Riddell et Iscoe, 2006 ; Chimen et coll., 2012). Pour pratiquer en toute sécurité et éviter les déséquilibres glycémiques, les patients devront néanmoins adopter certaines précautions (adaptations insuliniques, nutritionnelles et/ou en termes de choix d'activité) pour faire face aux particularités physiopathologiques de la maladie.

Particularités du diabète de type 1 à l'exercice musculaire

Particularités métaboliques

Risque hypoglycémique

Chez le sujet DT1 comme chez le sujet non diabétique, l'exercice musculaire augmente la captation du glucose par les GLUT-4¹¹⁸ du muscle squelettique via 3 mécanismes physiologiques :

- l'augmentation du débit sanguin local musculaire induisant un apport plus important d'insuline au muscle et donc une augmentation de translocation des GLUT-4 ;
- une augmentation de la sensibilité du récepteur à l'insuline musculaire ;

118. GLUT-4 : Protéine qui transporte le glucose du plasma au muscle et au tissu adipeux.

- la contraction musculaire elle-même qui, *via* une baisse du rapport ATP/AMP¹¹⁹ (effet AMPK¹²⁰-dépendant), une augmentation de Ca²⁺ cytoplasmique (effet CaMKII¹²¹-dépendant), et une production accrue de monoxyde d'azote, stimulerait la translocation des GLUT-4 indépendamment de l'insuline (Ploug et coll., 1992 ; Zorzano et coll., 2005 ; Richter et coll., 2013 ; Santos et coll., 2014).

Ces trois mécanismes permettent donc une augmentation de l'entrée de glucose du sang vers le muscle, où il est utilisé comme source d'énergie pour la contraction à l'exercice.

Un nouveau mécanisme, indépendant de l'insuline et qui se surajoute aux effets de la contraction musculaire (principalement effet de l'AMPK), a aussi été démontré : l'étirement de la fibre musculaire (*i.e.* contractions excentriques) stimulerait la translocation des GLUT-4 et donc la captation du glucose par un effet Akt- et p38 MAPK-dépendant (Ito et coll., 2006).

L'insulinémie du sujet non diabétique diminue de façon physiologique dès le début de l'exercice (Broderick et coll., 1990), *via* l'action inhibitrice du système nerveux sympathique sur les cellules β du pancréas (Houwing et coll., 1995), ce qui limite la diminution de la glycémie.

Or, dans le cas d'un diabète, l'insuline est d'origine exogène (injection ou pompe) et ne s'adapte pas de façon physiologique une fois administrée (Broderick et coll., 1990 ; Heyman et coll., 2007). Si la personne qui a un diabète réalise un exercice important (intense-long) au moment où son insuline (souvent celle à action rapide) présente son pic d'action, la présence de concentrations élevées d'insuline dans le sang stimule l'entrée de glucose dans les muscles par les GLUT-4 et inhibe la production hépatique de glucose (néoglucogénèse et glycogénolyse), induisant un risque d'hypoglycémie. Le risque hypoglycémique à l'exercice est accentué chez les patients sujets à des épisodes hypoglycémiques antérieurs répétés. Ces derniers bloqueraient les réponses neuroendocrines (augmentation des catécholamines et du glucagon), l'activité du système nerveux sympathique au niveau musculaire, et la réponse métabolique (lipolyse et cinétique du glucose) à l'exercice (Briscoe et coll., 2007).

Le risque hypoglycémique peut perdurer en post-exercice en raison de :

- l'amélioration de la sensibilité des récepteurs musculaires à l'insuline induite par la contraction, qui peut continuer jusque 24 h après l'exercice, surtout s'il était intense et de durée prolongée ;

119. ATP/AMP : Adénosine triphosphate/Adénosine monophosphate.

120. AMPK : Protéine kinase activée par l'AMP.

121. CaMKII : Protéine kinases Ca²⁺/calmoduline-dépendantes.

- la déplétion des réserves de glycogène hépatique (surtout après des exercices longs et intenses type 1 h à 75 % de la consommation maximale d'O₂) (Ivy, 1991) ;
- une moindre capacité du patient à repérer la diminution glycémique car la réponse adrénergique à l'hypoglycémie peut être atténuée après un exercice (Sandoval et coll., 2004 ; McMahan et coll., 2007).

Risque hyperglycémique

L'hyperglycémie pré-exercice est souvent associée à une insulïnémie trop faible pour les besoins du moment. Il semble néanmoins qu'il faille une imprégnation suffisante en insuline pour que les 3 mécanismes stimulant la translocation des GLUT-4 se déclenchent efficacement à l'exercice. Brun et coll. (2012) ont montré que la glycémie diminuait à l'exercice d'intensité modérée (30 min à 50 % de la puissance maximale aérobie théorique) et que cette diminution était d'autant plus importante que la glycémie de départ était élevée, mais ceci uniquement à condition que l'insulïnémie de départ ne soit pas trop faible (> 25 µU/mL).

À côté de cela, l'exercice, surtout lorsqu'il est intense, ou stressant (comme en compétition), augmente la sécrétion d'hormones hyperglycémiantes (catécholamines pour les exercices brefs et intenses, puis glucagon, cortisol et GH¹²² si l'exercice se prolonge) (Naveri et coll., 1985).

Au total, la carence relative en insuline (Brun et coll., 2012) ainsi que la sécrétion des hormones hyperglycémiantes peuvent conduire à l'aggravation de l'hyperglycémie pour les exercices intenses ou intermittents. S'il existe une hyperglycémie préexistante (le plus souvent dans un contexte de déséquilibre du diabète), les hormones hyperglycémiantes contre-régulatrices produites à l'exercice physique (surtout s'il est intense ou stressant), peuvent favoriser l'apparition ou l'aggravation d'une cétose (Dorchy, 2010). Ces hormones s'ajoutent à l'insulïnémie faible pour stimuler la lipolyse. Les acides gras arrivant en excès au foie sont transformés en acétylcoenzyme A. Ce dernier, alors en excès, ne sera pas suffisamment pris en charge par le cycle de Krebs : en effet, la production du précurseur de ce cycle, l'oxalo-acétate, est ralentie par l'inhibition de la glycolyse hépatique.

122. GH : Hormone de croissance.

Particularités cardiorespiratoires et musculaires

Lors de l'exercice physique, les systèmes cardiorespiratoire et vasculaire doivent s'adapter pour assurer l'apport en O₂ et en substrats énergétiques au muscle squelettique actif. Plusieurs étapes de l'apport en O₂ au muscle squelettique pourraient être affectées par le DT1, en particulier par l'intermédiaire de l'hyperglycémie chronique.

Au niveau cardiaque, des dysfonctions ventriculaires gauches ont été décrites à l'exercice dans certaines études chez le patient DT1 (Zola et coll., 1986 ; Borgia et coll., 1999 ; Chrapko et coll., 2006 ; Brassard et coll., 2009), même jeune (Baum et coll., 1987 ; Scognamiglio et coll., 2005 ; Nadeau et coll., 2010 ; Gusso et coll., 2012) et/ou indemne de complications (Scognamiglio et coll., 2005 ; Palmieri et coll., 2008).

À cause de leur vaste réseau vasculaire et de leur richesse en collagène et élastine, les poumons sont susceptibles d'être exposés aux perturbations liées à la glycation non enzymatique (van den Borst et coll., 2008). Ces perturbations peuvent se traduire par une moindre élasticité du tissu pulmonaire, une augmentation des distances de diffusion alvéolo-capillaire (par exemple par augmentation de l'épaisseur des membranes et de la perméabilité endothéliale) et une diminution du volume capillaire pulmonaire. Ainsi, quelques travaux rapportent une diminution des volumes pulmonaires ou des anomalies de la diffusion alvéolo-capillaire du monoxyde de carbone et/ou d'azote au repos ou après un exercice maximal (Sandler et coll., 1987 ; Wanke et coll., 1992 ; Niranjana et coll., 1997 ; Villa et coll., 2004 ; Wheatley et coll., 2011), d'autant plus chez les patients mal équilibrés (Ramirez et coll., 1991 ; Niranjana et coll., 1997 ; Villa et coll., 2004 ; Wheatley et coll., 2011). Néanmoins, la présence possible de ces anomalies chez les patients mal équilibrés ne semblent pas se répercuter sur la saturation artérielle en O₂ et le contenu artériel en O₂, donc le transfert alvéolo-capillaire de l'O₂, même à l'exercice maximal (Wanke et coll., 1992 ; Wheatley et coll., 2011 ; Tagougui et coll., 2015), probablement en raison d'une certaine compensation par la plus forte affinité de l'hémoglobine pour l'O₂ lorsqu'elle est glyquée (McDonald et coll., 1979 ; Roberts et coll., 1984).

Au niveau du muscle actif, quelques études suggèrent un apport sanguin compromis au cours de l'exercice musculaire (Johansson et coll., 1992 ; Pichler et coll., 2004 ; Nadeau et coll., 2010 ; Tagougui et coll., 2015), notamment en cas de mauvais équilibre du diabète (HbA1c¹²³ > 8 %) (Tagougui et coll., 2015). L'hyperglycémie chronique pourrait altérer la fonction endothéliale de manière précoce, c'est-à-dire avant les signes cliniques

de micro-angiopathie, compromettant alors l'augmentation de la perfusion musculaire locale et/ou de la répartition du flux sanguin musculaire entre zones nutritives et non nutritives à l'exercice (Tagougui et coll., 2015). Il se peut également que l'insulino-résistance périphérique joue un rôle dans ces problèmes de vasodilatation (Nadeau et coll., 2010) puisque l'action vasodilatatrice (NO¹²⁴-dépendante) de l'insuline est cruciale pour augmenter le débit sanguin musculaire local, à l'effort (Clerk et coll., 2004). La déficience en C-peptide (Johansson et coll., 1992) ou en L-Arginine (substrat pour la synthèse du NO) (Fayh et coll., 2013) pourrait également être impliquée dans ces troubles de la vasodilatation.

Enfin, l'extraction de l'O₂ par le muscle actif est réduite à l'exercice intense en cas de niveau d'HbA1c élevé (Tagougui et coll., 2015). Ceci pourrait s'expliquer en partie par une capacité de dissociation de l'oxyhémoglobine réduite lorsque l'hémoglobine est glyquée (McDonald et coll., 1979 ; Roberts et coll., 1984). D'autre part, une altération de la capacité d'utilisation de l'O₂ par les mitochondries pourrait aussi jouer un rôle : l'hyperglycémie, induite en seulement 8 h d'arrêt de traitement à l'insuline chez des patients DT1, diminue la transcription de gènes codant pour divers enzymes impliquées dans l'oxydation mitochondriale des substrats, probablement *via* l'induction d'un stress oxydant (Karakelides et coll., 2007). De plus, la typologie musculaire du DT1 pourrait s'orienter préférentiellement vers une activité glycolytique, en comparaison des sujets sains de même niveau d'aptitude aérobie, en cas de mauvais contrôle glycémique (Fritzsche et coll., 2008).

Conséquences sur les performances à l'exercice musculaire

Performance à l'exercice aérobie (exercice d'endurance)

Une bonne aptitude physique aérobie, reflétée par une consommation maximale d'oxygène (VO₂max) élevée, est associée à une diminution de la morbidité et de la mortalité cardiovasculaires (Aspenes et coll., 2011) mais aussi de la mortalité globale (Zhao et coll., 2014).

Les résultats des travaux ayant mesuré VO₂max lors d'un test incrémental exhaustif et dans lesquels les témoins non diabétiques sont appariés aux sujets DT1 sur le niveau d'activité physique (où au moins, le niveau d'activité physique est précisé et est *a posteriori* comparable entre les deux groupes comparés) sont présentés dans le tableau I.

124. NO : Nitric oxide ou monoxide d'azote.

Tableau I : Aptitude physique aérobie des enfants, adolescents et adultes DT1

Références	Sujets DT1	Aptitude physique des sujets DT1 vs. sujets non diabétiques	Remarques sur l'appariement
Enfants et adolescents			
Poortmans et coll., 1986	N = 17 H de 15-16 ans HbA1c : $9,2 \pm 0,7$ (SE) % Certains patients sont atteints de neuropathie subclinique, d'autres de rétinopathie	Si HbA1c < 8,5 % (n = 9) : $VO_2\text{max} : 40,6 \pm 1,3$ (SE) mL.min ⁻¹ .kg ⁻¹ (b) pour FCmax comparable Si HbA1c > 8,5 % (n = 8) : $VO_2\text{max} : 38,5 \pm 1,0$ (SE) mL.min ⁻¹ .kg ⁻¹ (b) mais pour FCmax inférieure	<i>A posteriori</i> , activité physique habituelle comparable entre les 2 groupes (aucun sujet ne pratique de sport intense ou de compétition) Sujets appariés au niveau anthropométrique
Heyman et coll., 2007	N = 12 F de 13-18,5 ans Stades Tanner 4-5 HbA1c : $8,1 \pm 1,3$ (SD) % (min : 5,7-max : 11,0 %) Indemnes de complications microvasculaires	$VO_2\text{max} : 30,6 \pm 4,0$ mL.min ⁻¹ .kg ⁻¹ (b) mais masse corporelle des DT1 supérieure aux témoins et pas de différence de $VO_2\text{max}$ DT1 <i>versus</i> témoin en valeur absolue (L/min)	<i>A posteriori</i> , activité physique habituelle comparable entre les 2 groupes (questionnaire) Sujets appariés au niveau stade pubertaire
Nguyen et coll., 2015	N = 16 enfants DT1	N = 8 enfants HbA1c $\leq 7,5$ % sur 9 mois : $VO_2\text{pic}$ (a) N = 8 enfants HbA1c ≥ 9 % sur 9 mois : $VO_2\text{pic}$ (b)	<i>A posteriori</i> groupes comparables au niveau activité physique (accélérométrie)
Adultes			
Wallberg-Henriksson et coll., 1984	N = 10 H de 30 ans environ HbA1c : $9,8 \pm 0,6$ (SE) % Signes de rétinopathie chez 3 patients	$VO_2\text{max} : 42,2 \pm 1,3$ (SE) mL.min ⁻¹ .kg ⁻¹ (a)	<i>A posteriori</i> les 2 groupes sont comparables au niveau activité physique (questionnaire)
Veves et coll., 1997	H et F de 21-48 ans	Pour les sujets pratiquant au moins 3 fois 45 minutes d'activité physique hebdomadaire : Sans neuropathie autonome (n = 23) $VO_2\text{max} : 54,0 \pm 8,1$ (SD) mL.min ⁻¹ .kg ⁻¹ (a) Avec neuropathie autonome (n = 7) $VO_2\text{max} : 42,2 \pm 11,6$ (SD) mL.min ⁻¹ .kg ⁻¹ (b) (mais FCmax également inférieure)	Groupes appariés sur le niveau d'activité physique (questionnaire)

Tableau I (fin) : Aptitude physique aérobie des enfants, adolescents et adultes DT1

Références	Sujets DT1	Aptitude physique des sujets DT1 vs. sujets non diabétiques	Remarques sur l'appariement
Baldi et coll., 2010	N = 10 H et F DT1 HbA1c = $7,3 \pm 0,8$ (SD) % Tous non fumeurs Complications microvasculaires non indiquées	VO ₂ pic : 42 ± 7 mL.min ⁻¹ .kg ⁻¹ (a)	Groupes appariés sur le niveau d'activité physique : Sujets très entraînés en endurance
Brazeau et coll., 2012	H (n = 39) et F (n = 36) : $43,5 \pm 10,5$ ans HbA1c = $7,5 \pm 1,2$ (SD) % (min : 5,2-max : 12 %) Divisés en 2 groupes avec (n = 37) et sans complications (n = 38)	VO ₂ max : $29,3 \pm 9,2$ mL.min ⁻¹ .kg ⁻¹ (b) VO ₂ max est inférieure chez les DT1, que les patients et leurs témoins respectent (n = 22 DT1) ou non (n = 18 DT1) les recommandations internationales en termes d'activité physique quotidienne. VO ₂ max est inférieure chez les H DT1 avec complications en comparaison des H DT1 indemnes de complications pour un niveau d'activité physique comparable.	Groupes appariés au niveau de la composition corporelle et du niveau d'activité physique (accéléromètre)
Hägglund et coll., 2012 Peltonen et coll., 2012	N = 10 H (34 ± 7 ans) HbA1c : $7,7 \pm 0,9$ % Indemnes de complications micro et macrovasculaires	VO ₂ pic : 36 ± 4 mL.min ⁻¹ .kg ⁻¹ (b) Pour FCpic comparable	<i>A posteriori</i> , activité physique de loisir et composition corporelle comparables entre les groupes
Tagougui et coll., 2015	H et F N = 11 DT1 avec HbA1c < 7,5 % N = 12 DT1 avec HbA1c > 8 % Indemnes de complications micro et macrovasculaires	DT1 avec HbA1c < 7,5 % : VO ₂ max : $40,9 \pm 9,3$ mL.min ⁻¹ .kg ⁻¹ (a) DT1 avec HbA1c > 8 % : VO ₂ max : $34,6 \pm 7,2$ mL.min ⁻¹ .kg ⁻¹ (b)	Strict appariement sur le niveau d'activité physique (questionnaire, accélérométrie), sur la composition corporelle et le tabagisme

Dans le tableau sont présentées les valeurs des sujets DT1.

(a) : valeur non significativement différente des sujets non diabétiques ; (b) : valeur significativement inférieure aux sujets non diabétiques ; F : sujets de sexe féminin ; H : sujets de sexe masculin ; SE : *standard error*.

VO₂max est liée étroitement à l'apport et à l'extraction de l'oxygène au niveau musculaire et donc aux diverses étapes de la cascade de l'oxygène :

- la ventilation pulmonaire et la diffusion alvéolo-capillaire ;
- le transport à travers le système cardiovasculaire ;
- la diffusion au niveau des muscles actifs et enfin ;
- l'utilisation mitochondriale de l'oxygène.

Comme décrit dans la partie « Particularités cardiorespiratoires et musculaires », certaines de ces étapes peuvent être altérées par l'hyperglycémie chronique. Il n'est pas alors étonnant d'observer une corrélation inverse entre VO₂max et HbA1c dans de nombreux travaux (Niranjan et coll., 1997 ; Veves et coll., 1997 ; Wallymahmed et coll., 2007 ; Brazeau et coll., 2012), parfois même chez des patients indemnes de complications diabétiques cliniques. En accord avec ces résultats, à travers le tableau I, se dessine une tendance à une puissance maximale aérobie des patients diminuée en comparaison de témoins non diabétiques présentant pourtant un niveau d'activité physique comparable, et ce d'autant plus que les patients présentent un contrôle glycémique inadéquat (HbA1c > 8 ou 8,5 %) et/ou des complications microvasculaires.

Il faut également noter que les oscillations rapides entre hypo- et hyperglycémies pourraient aussi avoir un effet délétère sur l'aptitude aérobie : ainsi Singhvi et coll. (2014) ont montré que l'amplitude des variations glycémiques sur 3-5 jours était inversement corrélée à VO₂max.

Les glycémies du moment, lors de l'exercice (voir partie « Particularités métaboliques »), pourraient également avoir un impact ponctuel sur les performances aérobie du patient.

Les quelques études ayant utilisé un clamp hyperglycémique pour étudier le lien éventuel entre performance et hyperglycémie ne montrent pas d'effet délétère net de l'hyperglycémie (Wanke et coll., 1996 ; Stettler et coll., 2006). Néanmoins, dans ces études, les clamps utilisés sont euinsulinémiques, alors que dans la réalité, les patients en hyperglycémie sont souvent en situation d'hypoinsulinémie pour les besoins du moment. Or, l'action vasodilatatrice (NO-dépendante) de l'insuline est cruciale pour augmenter le débit sanguin musculaire local, au cours de l'exercice musculaire (Clerk et coll., 2004) et permettre alors un apport en nutriments et O₂ adéquat. Ainsi, chez des adolescents DT1, Nadeau et coll. (2010) montrent que la capacité de vasodilatation réactive de l'avant-bras est un des deux facteurs les plus importants prédisant indépendamment la VO₂pic des patients. Il se peut donc que dans la condition hyperglycémique hypoinsulinémique, les patients

présentent une altération de la vasodilatation musculaire en réponse à l'exercice avec une répercussion négative sur leur performance aérobie. D'ailleurs, des travaux montrent des corrélations inverses entre niveau d'hyperglycémie et $VO_2\text{pic}$ (Heyman et coll., 2007) ou performance dans différentes activités sportives (Kelly et coll., 2010).

Notons également qu'une chute rapide de glycémie (sans pour autant aboutir à l'hypoglycémie) à l'exercice pourrait être préjudiciable à la tolérance à l'exercice musculaire et altérer momentanément les fonctions cognitives (Heyman et coll., 2006 ; Kelly et coll., 2010).

Conséquences sur la force musculaire

Chez les adultes ayant un diabète évoluant depuis longtemps (plus de 20 ans de DT1), la force musculaire maximale isocinétique de certains groupes musculaires (extenseurs et fléchisseurs de la cheville et des genoux) est réduite par rapport aux sujets non diabétiques (Andersen, 1996 et 1998 ; Andreassen et coll., 2009). Cette faiblesse musculaire semble associée à la présence et la gravité des neuropathies mais ne dépend pas de la présence de néphropathie ou de rétinopathie (Andersen, 1996). Elle touche en général les muscles les plus distaux, lesquels sont atrophiés (Andersen, 1997). Ainsi, la force des fléchisseurs de la cheville est réduite chez les patients neuropathiques en comparaison des non-neuropathiques (Andreassen et coll., 2009). D'autre part, la force musculaire maximale isométrique des extenseurs du genou est diminuée chez les adultes DT1 en hyperglycémie, par rapport à ceux en normoglycémie (Andersen et coll., 1995) et Wallymahmed et coll. (2007) notent une corrélation inverse entre force de serrage de la main et HbA1c chez 141 adultes DT1 dont certains ont des complications dégénératives.

Conséquences sur la mobilité articulaire

Les adultes DT1 sont souvent l'objet d'une mobilité articulaire réduite, dont la prévalence de 49 % en moyenne, augmente avec la durée du diabète (Arkila et coll., 1994). L'un des mécanismes impliqués dans cette perte de mobilité pourrait être un changement de l'état d'hydratation de la matrice de collagène (Nomura et coll., 1977), les changements osmotiques étant induits par l'accumulation métabolique de polyols issus de l'action de l'aldose réductase sur le glucose en excès (Eaton et coll., 1996).

Conséquences sur l'adhésion à la pratique régulière d'activités physiques

La peur du risque hypo- et/ou hyperglycémique lors de l'exercice musculaire ou en post-exercice (en particulier, le risque d'hypoglycémie nocturne), ainsi que la perception d'une aptitude physique altérée, peuvent constituer des freins à l'adhésion des patients DT1 à l'activité physique, comme le révèlent les travaux présentés dans le tableau II.

Tableau II : Barrières à l'activité physique chez l'adulte DT1

Références	Sujets DT1	Barrières	Facteurs de motivation
Plotnikoff et coll., 2009	N = 695 adultes	En comparaison de 829 sujets non diabétiques, les DT1 ont davantage de scores de barrières	
Dubé et coll., 2006	H (n = 35) : 31,3 ± 9,6 (SD) ans F (n = 39) : 34,6 ± 12,7(SD) ans	Questionnaire : BAPAD 1 1 ^{re} et 2 ^e barrières : manque de temps libre et mauvais temps 3 ^e et 4 ^e barrières : peur d'hypoglycémie et statut physique 5 ^e barrière : perception d'une faible aptitude physique	Connaissance des effets positifs de l'exercice sur le contrôle du diabète
Brazeau et coll., 2008	H (n = 50) et F (n = 50) : 43,5 ± 11,6 ans (SD) HbA1c = 7,7 ± 1,1 % (SD)	Questionnaire : BAPAD 1 1 ^{re} barrière : peur de l'hypoglycémie 2 ^e barrière : emploi du temps 3 ^e et 4 ^e barrières : perte du contrôle du diabète et perception d'une mauvaise aptitude physique	Connaissance de l'effet positif de l'exercice sur la morbidité et le risque de mortalité
Lascar et coll., 2014	H (n = 14) et F (n = 12) 21-65 ans	Interview Identifications de 6 barrières principales : manque de temps et problème d'emploi du temps professionnel, accès aux infrastructures, manque de motivation, gêne au niveau image corporelle, météo, et barrières spécifiques au diabète (faible niveau de connaissance sur la gestion du diabète et de ses complications à l'exercice)	Identification de 4 motivations principales : effets bénéfiques physiques de l'exercice, amélioration de l'image corporelle, plaisir et interaction sociale dans les clubs et en groupe. Identification de 3 facteurs facilitants : tarifs réduits en clubs ou piscine, aide pour la gestion du temps, avis et encouragements autour de la gestion du diabète à l'exercice

H : homme ; F : femme.

En lien avec ces freins à la pratique, les adultes DT1 remplissent rarement les recommandations en matière d'activité physique (souvent fixées à accumuler 60 min par jour d'activités physiques modérées à intenses) et pratiquent parfois moins que leurs pairs non diabétiques (tableau III).

Des séquences d'éducation thérapeutique du patient (ETP) orientées vers la connaissance des mécanismes physiologiques impliqués dans la régulation de la glycémie à l'exercice et sur l'accumulation de l'expérience personnelle

Tableau III : Niveau d'activité physique des adultes DT1

Références	Sujets DT1	Comp. à témoins non diabétiques	Méthode d'estimation du niveau d'activité physique	Niveau d'activité physique (AP) des adultes DT1
Thomas et coll., 2004	N = 30 âge : $31,9 \pm 9,8$ (SD) H et F	Non	Questionnaire	34 % des DT1 ne sont pas actifs sur les deux dernières semaines (estimé par questionnaire)
Wadén et coll., 2008	N = 1945 Âge : $37,5 \pm 8,6$ (SD) H et F HbA1c = $8,2 \pm 1,9$ % (SD)	Non	Questionnaire	Les DT1 qui présentent des complications microvasculaires sont plus inactifs et l'intensité de leur pratique physique est plus faible que les patients indemnes de complications.
Brazeau et coll., 2012	N = 75 de $41,8 \pm 11,8$ (SD) ans HbA1c entre 5,2 et 12 % Complications diabétiques chez certains patients	Oui	Accélérométrie sur une semaine	Niveau activité physique non différent des sujets non diabétiques 43 % des femmes DT1 et 55 % des hommes DT1 respectent les recommandations d'un mode de vie actif.

H : Hommes ; F : Femmes.

peuvent alors être d'un grand soutien pour aider le patient à s'investir dans une activité physique régulière. Ceci apparaît crucial compte tenu des nombreux bénéfices pour la santé que pourra leur apporter cette activité physique.

Plusieurs études, dont l'étude DAWN-2, ont mis aussi l'accent sur le rôle de l'entourage et des professionnels de santé dans la gestion de l'activité physique des personnes avec diabète (participation à l'ETP pour les premiers et formation sur l'activité physique pour les seconds) (Reach et coll., 2015).

Effets de l'activité physique sur le contrôle glycémique

Effets aigus de différents types d'exercice sur la glycémie

L'exercice aérobie chez le sujet DT1 favorise, en général, une baisse de la glycémie, tout au moins lorsqu'il est entrepris en normoglycémie initiale (voir partie « Particularités métaboliques »). Notons que les études, décrites ci-après, sont réalisées chez des patients dont la glycémie initiale et donc l'insulinémie sont correctes. Au contraire, si la glycémie initiale se situe

entre 2,1 et 3 g/L, l'effet de l'exercice peut devenir hyperglycémiant (Szmi-giel et coll., 1996).

Effet de la modalité et de l'intensité de l'exercice aérobie

Lorsque l'exercice aérobie est continu, Rabasa-Lhoret et coll. (2001) obser-vent chez des adultes DT1 une diminution de glycémie d'autant plus impor-tante que l'exercice est plus intense et/ou plus long (exercices variant de 30 à 60 min et de 25 à 75 % de VO_2 max).

Le tableau IV présente les études évaluant l'effet, sur la glycémie, de l'ajout de sprints ou d'exercices aérobies de haute intensité lors d'exercices aérobies continus modérés.

Un des principaux intérêts des protocoles étudiés dans le tableau est d'éviter le risque hypoglycémique liés aux exercices aérobies, d'endurance, prolongés, d'intensité modérée. En effet, des études récentes soulignent l'intérêt de pra-tiquer en alternance des exercices brefs et intenses, avec un risque moins important d'hypoglycémies pendant l'exercice et durant l'heure qui suit. L'ajout d'un seul sprint de 10 sec suite à un exercice modéré aérobie pourrait aussi atténuer la baisse de glycémie lors de la récupération précoce, bien que ceci ait été remis en cause récemment (Davey et coll., 2013).

Le tableau IV montre que lorsque l'exercice est réalisé en état post-absorptif, donc lorsque l'insulinémie est relativement faible, l'ajout de séquences intenses d'exercice à un exercice modéré continu ne modifie pas la baisse de glycémie induite par l'exercice ni l'augmentation de glycémie lors de la récupération précoce (Maran et coll., 2010 ; Iscoe et Riddell., 2011) mais pourrait limiter le risque hypoglycémique lors de la récupération tardive (Iscoe et Riddell., 2011). Lorsque l'exercice est réalisé en période post-prandiale, donc lorsque les concentrations d'insuline sont élevées, l'ajout de séquences intenses d'exercice permet d'atténuer la baisse de glycémie à l'exer-cice (Guelfi et coll., 2005 ; Adolfsson et coll., 2012) et lors de la récupération précoce (Guelfi et coll., 2005).

Les hypothèses actuelles pour expliquer l'atténuation de la baisse de glycémie par l'ajout de séquences d'exercice très intenses sont les suivantes :

- la sécrétion plus importante de noradrénaline et d'adrénaline qui stimu-leraient la production hépatique du glucose ; de façon surprenante, à l'exer-cice, la noradrénaline augmenterait parallèlement l'utilisation musculaire du glucose mais ceci ne serait pas le cas pour l'adrénaline, cette dernière per-mettant au final une augmentation plus importante de la production *versus* l'utilisation du glucose à l'exercice (Kreisman et coll., 2001) ;

Tableau IV : Effets, sur la glycémie, de l'ajout de sprints ou d'exercices aérobies de haute intensité lors d'exercices aérobies continus modérés chez l'adulte DT1

Références	Protocoles d'exercice	Moment de l'exercice	Evolution de la glycémie lors de l'exercice	Glycémies récup. précoce (1-2 h)	Glycémies récup. tardive (8 h)
Guelfi et coll., 2005, 2007	Ajout de sprints de 4 à 5 sec chaque 2 min lors d'un exercice continu de 30 min à 40 % VO ₂ max	Post-prandial – matin (2005) À jeun : clamp euglycémique euinsulinémique (2007)	Atténuée ↘ glucose Ra glucose > NA, lactate >	Atténuée ↘ glucose Rd glucose < NA (1 ^{re} h), GH et lactate >	
Maran et coll., 2010	Ajout de sprints de 4 à 5 sec chaque 2 min lors d'un exercice continu de 30 min à 40 % VO ₂ max	Post-absorptif vers 14 h	Pas d'effet sur ↘ glucose NA, lactate >	Pas d'effet sur ↗ glucose	↗ du risque hypoglycémique (repas du soir non contrôlé)
Davey et coll., 2013 Bussau et coll., 2006 Davey et coll., 2014	Ajout d'un sprint de 10 sec après 30 min à 40 % VO ₂ max	Clamp euglycémique hyperinsulinémique en post-absorptif (Davey et coll., 2013) Post-prandial – matin (Bussau et coll., 2006)		Empêche ↘ glucose Pas d'effet sur Ra, Rd glucose A, NA, GH, cortisol, lactate > Evolutions comparables en cas d'hypoglycémie <i>versus</i> normoglycémie précédant l'exercice	Pas d'effet Ra et Rd glucose
Bussau et coll., 2007	Ajout d'un sprint de 10 sec avant un exercice de 20 min à 40 % VO ₂ max	Postprandial - matin	Pas d'effet sur ↘ glucose	Empêche ↘ glucose (les 45 premières min) NA, lactate >	
Fahey et coll., 2012	Un seul sprint de 10 sec	À jeun – matin Clamp euglycémique euinsulinémique		↗ glucose Ra stable Rd ↘ A, NA et GH élevées	
Iscoe et Riddell, 2011	Ajout de 9 séquences de 15 sec à 100 % PMA chaque 5 min lors d'un exercice continu 45 min à 55 % PMA : 2 Exercices à charge mécanique totale similaire	Post-absorptif – fin après midi	Pas d'effet sur ↘ glucose Lactate > A, NA =	Pas d'effet sur ↗ glucose	↘ risque hypoglycémique ↗ hyperglycémies

Ra : production de glucose hépatique ; Rd : captage du glucose par les tissus périphériques ; A : adrénaline ; NA : noradrénaline ; GH : hormone de croissance ; PMA : puissance maximale aérobie ; ↘ : diminution ; ↗ : augmentation ; > : supérieur ; < : inférieur ; = égal.

- l'augmentation du lactate sanguin qui inhibe l'action de l'insuline sur le captage périphérique de glucose par le muscle et sert de substrat pour la néoglucogenèse hépatique ;
- l'augmentation de GH lors de la récupération précoce qui stimule la glyco-génolyse hépatique et inhibe le captage du glucose stimulé par insuline.

Exercices de renforcement musculaire et combinaison musculation-exercice aérobie

Chez des adultes DT1, une session de musculation à environ 70 % d'une répétition maximale, réalisée à jeun (avec omission de l'insuline rapide) augmente la glycémie à la récupération précoce quand la durée de l'exercice est relativement faible (14 min ou 28 min) alors que la glycémie de récupération précoce ne diffère pas de celle pré-exercice quand l'exercice dure plus longtemps (42 min) (Turner et coll., 2015), probablement en raison d'une augmentation accrue de l'interleukine 6 lors de cette dernière modalité (Turner et coll., 2014).

Yardley et coll. (2013) utilisent des charges d'exercice plus intenses (3 séries de 7 exercices comprenant 7 répétitions maximales) lors d'un exercice de 45 min de musculation et montrent que si cet exercice suscite une moindre diminution de glycémie pendant l'exercice en comparaison d'un exercice aérobie de 45 min (à 60 % VO_2 max), les glycémies lors de la récupération tardive sont au contraire plus faibles. Ceci est un argument en faveur de l'amélioration possible de l'HbA1c en réponse à l'entraînement de musculation.

Quelques travaux essaient de combiner exercice de musculation et exercice aérobie. Ainsi, chez l'adulte DT1, Yardley et coll. (2014) suggèrent que le fait de réaliser 45 min d'exercice de renforcement musculaire, avant au lieu de après un exercice continu de 45 min à 60 % de VO_2 pic, empêcherait la baisse de glycémie observée durant les 90 min d'exercice, probablement en raison d'une augmentation plus importante de GH dès le début d'exercice dans le 1^{er} cas (Yardley et coll., 2014).

Effets chroniques de l'activité physique sur le contrôle glycémique

Bien que ce résultat ne soit pas systématique, de nombreux travaux ont montré un effet bénéfique de l'entraînement sur le contrôle glycémique des patients (amélioration de HbA1c, ou de marqueurs à moyen et court termes comme la fructosamine ou la glycémie/glycosurie) (Tonoli et coll., 2012) (Enfants/adolescents : Dahl-Jorgensen et coll., 1980 ; Campagne et coll.,

1984 ; Marrero et coll., 1988 ; Mosher et coll., 1998 ; Torres-Tamayo et coll., 1998 ; Sideraviciute et coll., 2006 ; Ruzic et coll., 2008 ; Michaliszyn et coll., 2010 ; Aouadi et coll., 2011 ; Quirk et coll., 2014 ; Adultes : Peterson et coll., 1980 ; Bak et coll., 1989 ; Durak et coll., 1990).

Cet effet bénéfique de l'entraînement sur l'équilibre glycémique peut s'expliquer d'une part par la répétition de séances d'exercice dont l'effet aigu est en général hypoglycémiant (voir parties « Particularités métaboliques » et « Effets aigus de différents types d'exercice sur la glycémie ») et d'autre part par l'amélioration durable de la sensibilité périphérique à l'insuline (Wallberg-Henriksson et coll., 1982 ; Yki-Jarvinen et coll., 1984 ; Landt et coll., 1985 ; Lehmann et coll., 1997). Cette dernière serait favorisée par plusieurs facteurs comme :

- l'augmentation de la masse musculaire (Landt et coll., 1985 ; Mosher et coll., 1998 ; Heyman et coll., 2007 ; Maggio et coll., 2012), des capacités oxydatives du muscle (Wallberg-Henriksson et coll., 1982 et 1984 ; Lithell et coll., 1985) et de sa capillarisation (Wallberg-Henriksson et coll., 1982 ; Lithell et coll., 1985). Le muscle squelettique représentant le principal site d'utilisation du glucose stimulée par l'insuline, et ce même au repos (consommation de 54,4 kJ/kg/j contre 18,8 kJ/kg/j pour le tissu adipeux) (Zurlo et coll., 1990 ; Heymsfield et coll., 2002 ; Abdul-Ghani et coll., 2010) ;
- la diminution de la masse grasse (Lehmann et coll., 1997 ; Mosher et coll., 1998 ; Sideraviciute et coll., 2006), et ainsi de la sécrétion d'adipocytokines favorisant l'insulino-résistance comme la leptine (Heyman et coll., 2007).

Néanmoins ces effets bénéfiques de l'entraînement ne font pas l'unanimité de la littérature et il est important de comprendre les mécanismes impliqués et les conditions nécessaires à leur obtention.

Ainsi, l'amélioration probable de la sensibilité des tissus à l'insuline avec l'entraînement (Wallberg-Henriksson et coll., 1982 ; Yki-Jarvinen et coll., 1984 ; Baevre et coll., 1985 ; Landt et coll., 1985 ; Lehmann et coll., 1997), ne s'accompagne pas forcément de l'amélioration d'au moins un des deux paramètres normalement influencés par la sensibilité à l'insuline, c'est-à-dire la diminution des doses d'insuline journalières (Baevre et coll., 1985 ; Landt et coll., 1985 ; Rowland et coll., 1985 ; Heyman et coll., 2007 ; Huber et coll., 2010 ; Tunar et coll., 2012) et l'amélioration du contrôle glycémique (enfants et adolescents : Baevre et coll., 1985 ; Landt et coll., 1985 ; Rowland et coll., 1985 ; Huttunen et coll., 1989 ; Roberts et coll., 2002 ; Heyman et coll., 2007 ; Faulkner et coll., 2010 ; Huber et coll., 2010 ; Woo et coll., 2010 ; Wong et coll., 2011 ; Tunar et coll., 2012 ; adultes :

Wallberg-Henriksson et coll., 1982 et 1986 ; Yki-Jarvinen et coll., 1984 ; Zinman et coll., 1984 ; Lehmann et coll., 1997 ; Laaksonen et coll., 2000 ; Wiesinger et coll., 2001 ; Fuchsjager-Mayrl et coll., 2002 ; Ramalho et coll., 2006).

Ceci pourrait s'expliquer en partie par la difficulté des patients à gérer les variations glycémiques importantes et variées, car dépendantes de nombreux facteurs (délai depuis le dernier repas et l'injection d'insuline, mode d'administration de l'insuline [injections sous-cutanées multiples ou pompe sous-cutanée], absorption de l'insuline, glycémie initiale, heure de la journée...). En réponse à ces variations et par peur des épisodes hypoglycémiques, les patients peuvent consommer, de façon excessive, des glucides (Zinman et coll., 1984) ou sous-doser leur insuline (études montrant une baisse des doses d'insuline journalière sans amélioration voire avec dégradation du contrôle glycémique : Ramalho et coll., 2006 ; D'Hooge et coll., 2011), ce qui en retour peut induire des hyperglycémies et limiter voire parfois même altérer (Huttunen et coll., 1989 ; Ramalho et coll., 2006) le contrôle glycémique.

Au contraire, lorsque les patients bénéficient, en parallèle de l'entraînement, de recommandations structurées sur les adaptations à la fois alimentaires, d'insulinothérapie et sur l'autosurveillance glycémique, le contrôle glycémique (HbA1c ou fructosamine) s'améliore significativement (Marrero et coll., 1988) et ce même après seulement deux semaines intensives d'activités physiques (Torres-Tamayo et coll., 1998 ; Ruzic et coll., 2008).

Au final, la combinaison des résultats de 12 études, sur 171 enfants, adolescents et adultes DT1, dans une méta-analyse récente, montre que l'entraînement aérobie diminue légèrement mais significativement l'HbA1c en particulier quand l'entraînement dure plus de 3 mois, lorsque des recommandations alimentaires ou insuliniques y sont associées et en cas de déséquilibre glycémique initial (HbA1c > 8 %) (Tonoli et coll., 2012). De même, la méta-analyse de Quirck et coll. (2014) incluant 11 études et un total de 345 enfants et adolescents DT1 montre une réduction légère mais significative d'HbA1c (équivalent à une baisse moyenne de -0,78 %) avec l'activité physique.

Effets sur les complications diabétiques et mécanismes associés

L'entraînement, chez l'enfant et l'adulte DT1, est source d'amélioration de la sensibilité à l'insuline et du contrôle glycémique (voir partie « Effets chroniques de l'activité physique sur le contrôle glycémique ») ainsi que du profil

lipidique (diminution du rapport LDL-C/HDL-C, du rapport ApoB/ApoA1, et des triglycérides) (Lehmann et coll., 1997 ; Mosher et coll., 1998 ; Torres-Tamayo et coll., 1998 ; Laaksonen et coll., 2000 ; Rigla et coll., 2000 ; Heyman et coll., 2007 ; Aouadi et coll., 2011 ; Quirck et coll., 2014). La dyslipidémie, l'insulino-résistance et l'hyperglycémie chronique sont autant de facteurs impliqués dans la genèse des complications micro- et macrovasculaires liées au diabète. Ainsi, l'amélioration de ces dysfonctions métaboliques par l'exercice chronique pourrait se répercuter sur les fonctions vasculaires.

Risques microvasculaires

Les travaux sur l'entraînement de patients DT1 rapportent une amélioration de la fonction endothéliale (artère brachiale) (enfants : Seeger et coll., 2011 ; adultes : Fuchsjager-Mayrl et coll., 2002), une diminution de l'épaisseur de la membrane basale des capillaires (adultes : Peterson et coll., 1980), une augmentation de la capillarisation musculaire (adultes : Wallberg-Henriksson et coll., 1982 ; Lithell et coll., 1985), et une amélioration de l'activité nerveuse autonome cardiaque (enfants : Shin et coll., 2014). Néanmoins, les données actuelles rétrospectives du DCCT¹²⁵ n'ont pas montré d'effet significatif du niveau d'activité physique basal sur l'apparition de complications microvasculaires quelques années plus tard (de 3 à 9 ans ; 6,5 ans en moyenne) chez 1 441 adultes DT1 (Makura et coll., 2013). Cependant, depuis les travaux du DCCT, les types d'insuline ont changé, ainsi que les possibilités d'administration (utilisation préférentielle de la pompe si activité physique et/ou sportive régulière, en particulier).

Risques macrovasculaires

Quelques travaux rapportent une amélioration de la conductance des artères et des résistances vasculaires (adultes : Fuchsjager-Mayrl et coll., 2002) et une augmentation du volume cardiaque (adolescents : Larsson et coll., 1964) en réponse à un programme d'entraînement chez le patient DT1.

Au long terme, l'exercice régulier pourrait alors diminuer le risque de développer des complications vasculaires. Laporte et coll. (1986) observent, chez 696 patients DT1, une incidence plus faible de maladie macrovasculaire et de mortalité prématurée chez ceux qui pratiquaient des sports en club lorsqu'ils étaient étudiants, en comparaison de ceux qui étaient sédentaires.

125. DCCT : *Diabetes Control and Complications Trial*.

De même, pour Kriska et coll. (1991), une activité physique habituelle plus importante entre l'âge de 14 et 17 ans est associée à une prévalence moindre de néphropathie et neuropathie chez des hommes DT1 adultes. Sur un large échantillon de femmes DT1, Tielemans et coll. (2013) montrent que la durée totale d'activité hebdomadaire est associée à une moindre prévalence de maladies cardiovasculaires.

Au final, il faut souligner l'effet bénéfique de l'activité physique régulière sur la qualité de vie des patients DT1, paramètre primordial dans la prise en charge de toute maladie chronique (Rowland et coll., 1985 ; Wiesinger et coll., 2001 ; Zoppini et coll., 2003 ; Heyman et coll., 2007 ; Faulkner et coll., 2010 ; D'Hooge et coll., 2011 ; Lukacs et coll., 2013 ; Naughton et coll., 2014).

Conclusion et recommandations pratiques

La glycémie de départ, la durée depuis la dernière injection d'insuline à action rapide, l'endroit de l'injection d'insuline, l'alimentation, le moment de la journée, le type d'exercice pratiqué, sont autant de facteurs à prendre en compte pour savoir si l'exercice va avoir un effet plutôt hypoglycémiant ou hyperglycémiant. De plus, la réponse à l'exercice peut être différente d'une personne à l'autre. Il est donc nécessaire et recommandé de tester, de façon individuelle, l'effet de différents types d'exercice, en prenant en compte les différents facteurs cités, afin de mieux se connaître et de pouvoir ainsi mieux anticiper l'évolution glycémique à l'effort et au cours de la récupération. Cette acquisition d'expérience sera plus efficace si on s'efforce, au moins dans un premier temps, de reproduire des conditions proches en termes d'horaires, de durée, d'intensité, de modalité d'exercice, de variations de doses et de nature de l'alimentation. Ces essais-tests sur les effets de l'exercice pourraient être réalisés lors des séances au cours desquelles sont dispensés les différents programmes d'ETP.

Le patient dispose de diverses solutions pour prévenir la baisse de glycémie à l'exercice et/ou à la récupération. Il pourra agir sur la consommation de glucides avant (10-15 g), pendant (notamment en cas d'exercice imprévu ; 0,3-0,9 g/kg/h) ou après (10-40 g) l'exercice. Si le patient est traité par multi-injections, il pourra également anticiper par une baisse du bolus d'insuline à action rapide (-25-75 %) du repas précédent si l'exercice est réalisé en période post-prandiale. Si le patient est traité par pompe à insuline, il pourra baisser le débit de base (e.g. -50 %), voire débrancher la pompe, pendant l'exercice (solution d'autant plus efficace si anticipée de 20 à 30 min avant

l'exercice), quelle que soit la période à laquelle est réalisée l'exercice (période post-prandiale ou post-absorptive). Pour prévenir les hypoglycémies nocturnes, il peut parfois être utile de diminuer la dose d'insuline à action lente ou le débit de base de la pompe (e.g. -20 %).

Dans tous les cas, l'autosurveillance glycémique avant, pendant et après l'exercice est cruciale.

Enfin, il importe de souligner que les variations glycémiques à l'exercice ne signifient pas que l'exercice régulier ne sera pas bénéfique : en effet, à chaque session d'exercice, la sensibilité tissulaire à l'insuline s'améliore et si on répète les exercices cet effet bénéfique peut se pérenniser. De plus, l'exercice régulier permet d'augmenter la masse musculaire. Le muscle étant un grand consommateur de glucose, et ce même au repos, ceci peut contribuer à améliorer le contrôle glycémique au long terme. Enfin, l'exercice régulier diminue les facteurs de risque vasculaires.

Les nouvelles modalités de traitement (pompe sous-cutanée) associées aux nouvelles insulines et aux possibilités d'autosurveillance glycémique continue (holter continu) devraient aider à gérer plus facilement les variations glycémiques liées à la pratique de l'activité physique, quelles que soient son intensité, sa durée, et ceci en per- et post-exercice. Il est probable que les prochaines données de la littérature apportent de nouveaux éléments confortant cet effet protecteur de l'activité physique régulière sur la morbi-mortalité des sujets présentant un DT1.

RÉFÉRENCES

Abdul-Ghani MA, DeFronzo RA. Pathogenesis of insulin resistance in skeletal muscle. *J Biomed Biotechnol* 2010 ; 2010 : 476279.

Adolfsson P, Nilsson S, Albertsson-Wikland K, *et al.* Hormonal response during physical exercise of different intensities in adolescents with type 1 diabetes and healthy controls. *Pediatr Diabetes* 2012 ; 13 : 587-96.

Andersen H. Muscular endurance in long-term IDDM patients. *Diabetes Care* 1998 ; 21 : 604-9.

Andersen H, Mogensen PH. Disordered mobility of large joints in association with neuropathy in patients with long-standing insulin-dependent diabetes mellitus. *Diabet Med* 1997 ; 14 : 221-7.

Andersen H, Nielsen JF, Poulsen PL, *et al.* Motor pathway function in normoalbuminuric IDDM patients. *Diabetologia* 1995 ; 38 : 1191-6.

Andersen H, Poulsen PL, Mogensen CE, *et al.* Isokinetic muscle strength in long-term IDDM patients in relation to diabetic complications. *Diabetes* 1996 ; 45 : 440-5.

Andreassen CS, Jakobsen J, Flyvbjerg A, *et al.* Expression of neurotrophic factors in diabetic muscle – relation to neuropathy and muscle strength. *Brain* 2009 ; 132 : 2724-33.

Aouadi R, Khalifa R, Aouidet A, *et al.* Aerobic training programs and glycemic control in diabetic children in relation to exercise frequency. *J Sports Med Phys Fitness* 2011 ; 51 : 393-400.

Arkkila PE, Kantola IM, Viikari JS. Limited joint mobility in type 1 diabetic patients: correlation to other diabetic complications. *J Intern Med* 1994 ; 236 : 215-23.

Aspenes ST, Nilsen TI, Skaug EA, *et al.* Peak oxygen uptake and cardiovascular risk factors in 4631 healthy women and men. *Med Sci Sports Exerc* 2011 ; 43 : 1465-73.

Baevre H, Sovik O, Wisnes A, *et al.* Metabolic responses to physical training in young insulin-dependent diabetics. *Scand J Clin Lab Invest* 1985 ; 45 : 109-14.

Bak JF, Jacobsen UK, Jorgensen FS, *et al.* Insulin receptor function and glycogen synthase activity in skeletal muscle biopsies from patients with insulin-dependent diabetes mellitus: effects of physical training. *J Clin Endocrinol Metab* 1989 ; 69 : 158-64.

Baldi JC, Cassuto NA, Foxx-Lupo WT, *et al.* Glycemic status affects cardiopulmonary exercise response in athletes with type I diabetes. *Med Sci Sports Exerc* 2010 ; 42 : 1454-9.

Baum VC, Levitsky LL, Englander RM. Abnormal cardiac function after exercise in insulin-dependent diabetic children and adolescents. *Diabetes Care* 1987 ; 10 : 319-23.

Borgia MC, Pellicelli AM, Medici F, *et al.* Left ventricular filling in young patients affected by insulin-dependent diabetes mellitus: a stress Doppler echocardiography study. *Minerva Endocrinol* 1999 ; 24 : 97-102.

Brassard P, Poirier P. Left ventricular diastolic function and exercise capacity in diabetes. *Diabetologia* 2009 ; 52 : 990-1 ; author reply 992-3.

Brazeau AS, Leroux C, Mircescu H, *et al.* Physical activity level and body composition among adults with type 1 diabetes. *Diabet Med* 2012 ; 29 : e402-8.

Brazeau AS, Rabasa-Lhoret R, Strychar I, *et al.* Barriers to physical activity among patients with type 1 diabetes. *Diabetes Care* 2008 ; 31 : 2108-9.

Briscoe VJ, Tate DB, Davis SN. Type 1 diabetes: exercise and hypoglycemia. *Appl Physiol Nutr Metab* 2007 ; 32 : 576-82.

Broderick TL, Pinsard D, Tancrede G, *et al.* Altered plasma free carnitine response to exercise in type 1 diabetic subjects. *Diabetes Res* 1990 ; 13 : 187-93.

Brun JF, Marti B, Fédou C, *et al.* La baisse de la glycémie à l'exercice en plateau chez le diabétique insuliné est déterminée par la glycémie de départ et l'insulinémie. *Sciences Sport* 2012 ; 27 : 111-4.

Bussau VA, Ferreira LD, Jones TW, *et al.* A 10-s sprint performed prior to moderate-intensity exercise prevents early post-exercise fall in glycaemia in individuals with type 1 diabetes. *Diabetologia* 2007 ; 50 : 1815-8.

Bussau VA, Ferreira LD, Jones TW, *et al.* The 10-s maximal sprint: a novel approach to counter an exercise-mediated fall in glycemia in individuals with type 1 diabetes. *Diabetes Care* 2006 ; 29 : 601-6.

Campagne BN, Gilliam TB, Spencer ML, *et al.* Effects of a physical activity program on metabolic control and cardiovascular fitness in children with insulin-dependent diabetes mellitus. *Diabetes Care* 1984 ; 7 : 57-62.

Chimen M, Kennedy A, Nirantharakumar K, *et al.* What are the health benefits of physical activity in type 1 diabetes mellitus? A literature review. *Diabetologia* 2012 ; 55 : 542-51.

Chrapko B, Kowalczyk M, Nocun A, *et al.* Evaluation of the left ventricular hemodynamic function and myocardial perfusion by gated single photon emission tomography, in patients with type 1 diabetes mellitus; prodromal signs of cardiovascular disease after four years. *Hell J Nucl Med* 2006 ; 9 : 90-3.

Clerk LH, Vincent MA, Lindner JR, *et al.* The vasodilatory actions of insulin on resistance and terminal arterioles and their impact on muscle glucose uptake. *Diabetes Metab Res Rev* 2004 ; 20 : 3-12.

Dahl-Jorgensen K, Meen HD, Hanssen KF, *et al.* The effect of exercise on diabetic control and hemoglobin A1 (HbA1) in children. *Acta Paediatr Scand Suppl* 1980 ; 283 : 53-6.

Davey RJ, Bussau VA, Paramalingam N, *et al.* A 10-s sprint performed after moderate-intensity exercise neither increases nor decreases the glucose requirement to prevent late-onset hypoglycemia in individuals with type 1 diabetes. *Diabetes Care* 2013 ; 36 : 4163-5.

Davey RJ, Paramalingam N, Retterath AJ, *et al.* Antecedent hypoglycaemia does not diminish the glycaemia-increasing effect and gluoregulatory responses of a 10 s sprint in people with type 1 diabetes. *Diabetologia* 2014 ; 57 : 1111-8.

D'Hooge R, Hellinckx T, Van Laethem C, *et al.* Influence of combined aerobic and resistance training on metabolic control, cardiovascular fitness and quality of life in adolescents with type 1 diabetes: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil* 2011 ; 25 : 349-59.

Dorchy H. Management of type 1 diabetes (insulin, diet, sport): "Dorchy's recipes". *Rev Med Brux* 2010 ; 31 : S37-53.

Dube MC, Valois P, Prud'homme D, *et al.* Physical activity barriers in diabetes: development and validation of a new scale. *Diabetes Res Clin Pract* 2006 ; 72 : 20-7.

Durak EP, Jovanovic-Peterson L, Peterson CM. Randomized crossover study of effect of resistance training on glycemic control, muscular strength, and cholesterol in type I diabetic men. *Diabetes Care* 1990 ; 13 : 1039-43.

Eaton RP, Qualls C, Bicknell J, *et al.* Structure-function relationships within peripheral nerves in diabetic neuropathy: the hydration hypothesis. *Diabetologia* 1996 ; 39 : 439-46.

Fahey AJ, Paramalingam N, Davey RJ, *et al.* The effect of a short sprint on post-exercise whole-body glucose production and utilization rates in individuals with type 1 diabetes mellitus. *J Clin Endocrinol Metab* 97 : 4193-200.

Faulkner MS, Michaliszyn SF, Hepworth JT. A personalized approach to exercise promotion in adolescents with type 1 diabetes. *Pediatr Diabetes* 2010 ; 11 : 166-74.

Fayh AP, Krause M, Rodrigues-Krause J, *et al.* Effects of L-arginine supplementation on blood flow, oxidative stress status and exercise responses in young adults with uncomplicated type I diabetes. *Eur J Nutr* 2013 ; 52 : 975-83.

Fritzsche K, Bluher M, Schering S, *et al.* Metabolic profile and nitric oxide synthase expression of skeletal muscle fibers are altered in patients with type 1 diabetes. *Exp Clin Endocrinol Diabetes* 2008 ; 116 : 606-13.

Fuchsjaeger-Mayrl, G, Pleiner, J, Wiesinger GF, *et al.* Exercise training improves vascular endothelial function in patients with type 1 diabetes. *Diabetes Care* 2002 ; 25 : 1795-801.

Guelfi, K. J, Jones TW, Fournier PA. Intermittent high-intensity exercise does not increase the risk of early postexercise hypoglycemia in individuals with type 1 diabetes. *Diabetes Care* 2005 ; 28 : 416-8.

Guelfi KJ, Jones TW, Fournier PA, The decline in blood glucose levels is less with intermittent high-intensity compared with moderate exercise in individuals with type 1 diabetes. *Diabetes Care* 2005 ; 28 : 1289-94.

Guelfi KJ, Ratnam N, Smythe GA, *et al.* Effect of intermittent high-intensity compared with continuous moderate exercise on glucose production and utilization in individuals with type 1 diabetes. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2007 ; 292 : E865-70.

Gusso S, Pinto TE, Baldi JC, *et al.* Diastolic function is reduced in adolescents with type 1 diabetes in response to exercise. *Diabetes Care* 2012 ; 35 : 2089-94.

Hagglund H, Uusitalo A, Peltonen JE, *et al.* Cardiovascular autonomic nervous system function and aerobic capacity in type 1 diabetes. *Front Physiol* 2012 ; 3 : 356.

Heyman E, Briard D, Dekerdanet M, *et al.* Accuracy of physical working capacity 170 to estimate aerobic fitness in prepubertal diabetic boys and in 2 insulin dose conditions. *J Sports Med Phys Fitness* 2006 ; 46 : 315-21.

Heyman E, Delamarche P, Berthon P, *et al.* Alteration in sympathoadrenergic activity at rest and during intense exercise despite normal aerobic fitness in late pubertal adolescent girls with type 1 diabetes. *Diabetes Metab* 2007 ; 33 : 422-9.

Heyman E, Toutain C, Delamarche P, *et al.* Exercise training and cardiovascular risk factors in type 1 diabetic adolescent girls. *Pediatr Exerc Sci* 2007 ; 19 : 408-19.

Heymsfield SB, Gallagher D, Kotler DP, *et al.* Body-size dependence of resting energy expenditure can be attributed to nonenergetic homogeneity of fat-free mass. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2002 ; 282 : E132-8.

Houwing H, Frankel KM, Strubbe JH, *et al.* Role of the sympathoadrenal system in exercise-induced inhibition of insulin secretion. Effects of islet transplantation. *Diabetes* 1995 ; 44 : 565-71.

Huber J, Frohlich-Reiterer EE, Sudi K, *et al.* The influence of physical activity on ghrelin and IGF-1/IGFBP-3 levels in children and adolescents with type 1 diabetes mellitus. *Pediatr Diabetes* 2010 ; 11 : 383-5.

Huttunen NP, Lankela SL, Knip M, *et al.* Effect of once-a-week training program on physical fitness and metabolic control in children with IDDM. *Diabetes Care* 1989 ; 12 : 737-40.

Isoe KE, Riddell MC. Continuous moderate-intensity exercise with or without intermittent high-intensity work: effects on acute and late glycaemia in athletes with type 1 diabetes mellitus. *Diabet Med* 2011 ; 28 : 824-32.

Ito Y, Obara K, Ikeda R, *et al.* Passive stretching produces Akt- and MAPK-dependent augmentations of GLUT4 translocation and glucose uptake in skeletal muscles of mice. *Pflugers Arch* 2006 ; 451 : 803-13.

Ivy JL. Muscle glycogen synthesis before and after exercise. *Sports Med* 1991 ; 11 : 6-19.

Johansson BL, Sjoberg S, Wahren J. The influence of human C-peptide on renal function and glucose utilization in type 1 (insulin-dependent) diabetic patients. *Diabetologia* 1992 ; 35 : 121-8.

Karakelides H, Asmann YW, Bigelow ML, *et al.* Effect of insulin deprivation on muscle mitochondrial ATP production and gene transcript levels in type 1 diabetic subjects. *Diabetes* 2007 ; 56 : 2683-9.

Kelly D, Hamilton JK, Riddell MC. Blood glucose levels and performance in a sports cAMP for adolescents with type 1 diabetes mellitus: a field study. *Int J Pediatr* 2010 ; 2010 : 216167.

Kreisman SH, Ah Mew N, Halter JB, *et al.* Norepinephrine infusion during moderate-intensity exercise increases glucose production and uptake. *J Clin Endocrinol Metab* 2001 ; 86 : 2118-24.

Kriska AM, LaPorte RE, Patrick SL, *et al.* The association of physical activity and diabetic complications in individuals with insulin-dependent diabetes mellitus: the epidemiology of diabetes complications study-vii. *J Clin Epidemiol* 1991 ; 44 : 1207-14.

Laaksonen DE, Atalay M, Niskanen LK, *et al.* Aerobic exercise and the lipid profile in type 1 diabetic men: a randomized controlled trial. *Med Sci Sports Exerc* 2000 ; 32 : 1541-8.

Landt KW, Campaigne BN, James FW, *et al.* Effects of exercise training on insulin sensitivity in adolescents with type I diabetes. *Diabetes Care* 1985 ; 8 : 461-5.

LaPorte RE, Dorman JS, Tajima N, *et al.* Pittsburgh insulin-dependent diabetes mellitus morbidity and mortality study: physical activity and diabetic complications. *Pediatrics* 1986 ; 78 : 1027-33.

Larsson Y, Persson B, Sterky G, *et al.* Functional adaptation to rigorous training and exercise in diabetic and nondiabetic adolescents. *J Appl Physiol* 1964 ; 19 : 629-35.

Lascar N, Kennedy A, Hancock B, *et al.* Attitudes and barriers to exercise in adults with type 1 diabetes (t1dm) and how best to address them: a qualitative study. *PLoS One* 2014 ; 9 : e108019.

Lehmann R, Kaplan V, Bingisser R, *et al.* Impact of physical activity on cardiovascular risk factors in IDDM. *Diabetes Care* 1997 ; 20 : 1603-11.

Lithell H, Krotkiewski M, Kiens B, *et al.* Non-response of muscle capillary density and lipoprotein-lipase activity to regular training in diabetic patients. *Diabetes Res* 1985 ; 2 : 17-21.

Lukacs A, Mayer K, Torok A, *et al.* Better cardiorespiratory fitness associated with favourable metabolic control and health-related quality of life in youths with type 1 diabetes mellitus. *Acta Physiol Hung* 2013 ; 100 : 77-83.

Maggio AB, Rizzoli RR, Marchand LM, *et al.* Physical activity increases bone mineral density in children with type 1 diabetes. *Med Sci Sports Exerc* 2012 ; 44 : 1206-11.

Makura CB, Nirantharakumar K, Girling AJ, *et al.* Effects of physical activity on the development and progression of microvascular complications in type 1 diabetes: retrospective analysis of the DCCT study. *BMC Endocr Disord* 2013 ; 13 : 37.

Maran A, Pavan P, Bonsembiante B, *et al.* Continuous glucose monitoring reveals delayed nocturnal hypoglycemia after intermittent high-intensity exercise in non-trained patients with type 1 diabetes. *Diabetes Technol Ther* 2010 ; 12 : 763-8.

Marrero DG, Fremion AS, Golden MP. Improving compliance with exercise in adolescents with insulin-dependent diabetes mellitus: results of a self-motivated home exercise program. *Pediatrics* 1988 ; 81 : 519-25.

McDonald MJ, Bleichman M, Bunn HF, *et al.* Functional properties of the glycosylated minor components of human adult hemoglobin. *J Biol Chem* 1979 ; 254 : 702-7.

McMahon SK, Ferreira LD, Ratnam N, *et al.* Glucose requirements to maintain euglycemia after moderate-intensity afternoon exercise in adolescents with type 1 diabetes are increased in a biphasic manner. *J Clin Endocrinol Metab* 2007 ; 92 : 963-8.

Michaliszyn SF, Faulkner MS. Physical activity and sedentary behavior in adolescents with type 1 diabetes. *Res Nurs Health* 2010 ; 33 : 441-9.

Mosher PE, Nash MS, Perry AC, *et al.* Aerobic circuit exercise training: effect on adolescents with well-controlled insulin-dependent diabetes mellitus. *Arch Phys Med Rehabil* 1998 ; 79 : 652-7.

Nadeau KJ, Regensteiner JG, Bauer TA, *et al.* Insulin resistance in adolescents with type 1 diabetes and its relationship to cardiovascular function. *J Clin Endocrinol Metab* 2010 ; 95 : 513-21.

Naughton MJ, Yi-Frazier JP, Morgan TM, *et al.* Longitudinal associations between sex, diabetes self-care, and health-related quality of life among youth with type 1 or type 2 diabetes mellitus. *J Pediatr* 2014 ; 164 : 1376-83.e1.

Naveri H, Kuoppasalmi K, Harkonen M. Metabolic and hormonal changes in moderate and intense long-term running exercises. *Int J Sports Med* 1985 ; 6 : 276-81.

Nguyen T, Obeid J, Walker RG, *et al.* Fitness and physical activity in youth with type 1 diabetes mellitus in good or poor glycemic control. *Pediatr Diabetes* 2015 ; 16 : 48-57.

Niranjan V, McBrayer DG, Ramirez LC, *et al.* Glycemic control and cardiopulmonary function in patients with insulin-dependent diabetes mellitus. *Am J Med* 1997 ; 103 : 504-13.

Nomura S, Hiltner A, Lando JB, *et al.* Interaction of water with native collagen. *Biopolymers* 1977 ; 16 : 231-46.

Palmieri V, Capaldo B, Russo C, *et al.* Uncomplicated type 1 diabetes and preclinical left ventricular myocardial dysfunction: insights from echocardiography and exercise cardiac performance evaluation. *Diabetes Res Clin Pract* 2008 ; 79 : 262-8.

Peltonen JE, Koponen AS, Pullinen K, *et al.* Alveolar gas exchange and tissue deoxygenation during exercise in type 1 diabetes patients and healthy controls. *Respir Physiol Neurobiol* 2012 ; 181 : 267-76.

Peterson CM, Jones RL, Esterly JA, *et al.* Changes in basement membrane thickening and pulse volume concomitant with improved glucose control and exercise in patients with insulin-dependent diabetes mellitus. *Diabetes Care* 1980 ; 3 : 586-9.

Pichler G, Urlesberger B, Jirak P, *et al.* Reduced forearm blood flow in children and adolescents with type 1 diabetes (measured by near-infrared spectroscopy). *Diabetes Care* 2004 ; 27 : 1942-6.

Plotnikoff RC, Karunamuni N, Brunet S. A comparison of physical activity-related social-cognitive factors between those with type 1 diabetes, type 2 diabetes and diabetes free adults. *Psychol Health Med* 2009 ; 14 : 536-44.

Ploug T, Galbo H, Ohkuwa T, *et al.* Kinetics of glucose transport in rat skeletal muscle membrane vesicles: effects of insulin and contractions. *Am J Physiol* 1992 ; 262 : E700-11.

Poortmans JR, Saerens P, Edelman R, *et al.* Influence of the degree of metabolic control on physical fitness in type I diabetic adolescents. *Int J Sports Med* 1986 ; 7 : 232-5.

Quirk H, Blake H, Tennyson R, *et al.* Physical activity interventions in children and young people with Type 1 diabetes mellitus: a systematic review with meta-analysis. *Diabet Med* 2014 ; 31 : 1163-73.

Rabasa-Lhoret R, Bourque J, Ducros F, *et al.* Guidelines for premeal insulin dose reduction for postprandial exercise of different intensities and durations in type 1 diabetic subjects treated intensively with a basal-bolus insulin regimen (ultralente-lispro). *Diabetes Care* 2001 ; 24 : 625-30.

Ramalho AC, de Lourdes Lima M, Nunes F, *et al.* The effect of resistance versus aerobic training on metabolic control in patients with type-1 diabetes mellitus. *Diabetes Res Clin Pract* 2006 ; 72 : 271-6.

Ramirez LC, Dal Nogare A, Hsia C, *et al.* Relationship between diabetes control and pulmonary function in insulin-dependent diabetes mellitus. *Am J Med* 1991 ; 91 : 371-6.

Reach G, Consoli SM, Halimi S, *et al.* The multinational second diabetes, attitudes, wishes and needs study: results of the French survey. *Patient Prefer Adherence* 2015 ; 9 : 289-97.

Richter EA, Hargreaves M. Exercise, GLUT4, and skeletal muscle glucose uptake. *Physiol Rev* 2013 ; 93 : 993-1017.

Riddell MC, Iscoe KE. Physical activity, sport, and pediatric diabetes. *Pediatr Diabetes* 2006 ; 7 : 60-70.

Rigla M, Sanchez-Quesada JL, Ordonez-Llanos J, *et al.* Effect of physical exercise on lipoprotein(a) and low-density lipoprotein modifications in type 1 and type 2 diabetic patients. *Metabolism* 2000 ; 49 : 640-7.

Roberts AP, Story CJ, Ryall RG. Erythrocyte 2,3-bisphosphoglycerate concentrations and haemoglobin glycosylation in normoxic Type 1 (insulin-dependent) diabetes mellitus. *Diabetologia* 1984 ; 26 : 389-91.

Roberts L, Jones TW, Fournier PA. Exercise training and glycemic control in adolescents with poorly controlled type 1 diabetes mellitus. *J Pediatr Endocrinol Metab* 2002 ; 15 : 621-7.

Rowland TW, Swadba LA, Biggs DE, *et al.* Glycemic control with physical training in insulin-dependent diabetes mellitus. *Am J Dis Child* 1985 ; 139 : 307-10.

Ruzic L, Sporis G, Matkovic BR. High volume-low intensity exercise camp and glycemic control in diabetic children. *J Paediatr Child Health* 2008 ; 44 : 122-8.

Sandler M, Bunn AE, Stewart RI. Cross-section study of pulmonary function in patients with insulin-dependent diabetes mellitus. *Am Rev Respir Dis* 1987 ; 135 : 223-9.

Sandoval DA, Guy DL, Richardson MA, *et al.* Effects of low and moderate antecedent exercise on counterregulatory responses to subsequent hypoglycemia in type 1 diabetes. *Diabetes* 2004 ; 53 : 1798-806.

Santos JM, Benite-Ribeiro SA, Queiroz G, *et al.* The interrelation between aPKC and glucose uptake in the skeletal muscle during contraction and insulin stimulation. *Cell Biochem Funct* 2014 ; 32 : 621-4.

Scognamiglio R, Negut C, de Kreutzenberg SV, *et al.* Abnormal myocardial perfusion and contractile recruitment during exercise in type 1 diabetic patients. *Clin Cardiol* 2005 ; 28 : 93-9.

Seeger JP, Thijssen DH, Noordam K, *et al.* Exercise training improves physical fitness and vascular function in children with type 1 diabetes. *Diabetes Obes Metab* 2011 ; 13 : 382-4.

- Shin KO, Moritani T, Woo J, *et al.* Exercise training improves cardiac autonomic nervous system activity in type 1 diabetic children. *J Phys Ther Sci* 2014 ; 26 : 111-5.
- Sideraviciute S, Gailiuniene A, Visagurskiene K, *et al.* The effect of long-term swimming program on glycemia control in 14-19-year aged healthy girls and girls with type 1 diabetes mellitus. *Medicina* 2006 ; 42 : 513-8.
- Sideraviciute S, Gailiuniene A, Visagurskiene K, *et al.* The effect of long-term swimming program on body composition, aerobic capacity and blood lipids in 14-19-year aged healthy girls and girls with type 1 diabetes mellitus. *Medicina* 2006 ; 42 : 661-6.
- Singhvi A, Tansey MJ, Janz K, *et al.* Aerobic fitness and glycemic variability in adolescents with type 1 diabetes. *Endocr Pract* 2014 ; 20 : 566-70.
- Stettler C, Jenni S, Allemann S, *et al.* Exercise capacity in subjects with type 1 diabetes mellitus in eu- and hyperglycaemia. *Diabetes Metab Res Rev* 2006 ; 22 : 300-6.
- Szmigiel C, Dziadkowiak H, Jesionek D, *et al.* The influence of physical effort of variable intensity on glycemia in children with diabetes. *Pediatr Pol* 1996 ; 71 : 423-30.
- Tagougui S, Leclair E, Fontaine P, *et al.* Muscle oxygen supply impairment during exercise in poorly controlled type 1 diabetes. *Med Sci Sports Exerc* 2015 ; 47 : 231-9.
- Thomas N, Alder E, Leese GP. Barriers to physical activity in patients with diabetes. *Postgrad Med J* 2004 ; 80 : 287-91.
- Tielemans SM, Soedamah-Muthu SS, De Neve M, *et al.* Association of physical activity with all-cause mortality and incident and prevalent cardiovascular disease among patients with type 1 diabetes: the EURODIAB Prospective Complications Study. *Diabetologia* 2013 ; 56 : 82-91.
- Tonoli C, Heyman E, Roelands B, *et al.* Effects of different types of acute and chronic (training) exercise on glycaemic control in type 1 diabetes mellitus: a meta-analysis. *Sports Med* 2012 ; 42 : 1059-80.
- Torres-Tamayo M, Perez-Pasten LE, Barron-Urbe C, *et al.* Improved metabolic control does not change plasma lipoprotein(a) levels in adolescents with type 1 diabetes mellitus. *Arch Med Res* 1998 ; 29 : 307-12.
- Tunar M, Ozen S, Goksen D, *et al.* The effects of Pilates on metabolic control and physical performance in adolescents with type 1 diabetes mellitus. *J Diabetes Complications* 2012 ; 26 : 348-51.
- Turner D, Luzio S, Gray BJ, *et al.* Impact of single and multiple sets of resistance exercise in type 1 diabetes. *Scand J Med Sci Sports* 2015 ; 25 : e99-109.
- Turner D, Luzio S, Kilduff LP, *et al.* Reductions in resistance exercise-induced hyperglycaemic episodes are associated with circulating interleukin-6 in type 1 diabetes. *Diabet Med* 2014 ; 31 : 1009-13.
- van den Borst B, Gosker HR, Zeegers MP, *et al.* Pulmonary function in diabetes: a metaanalysis. *Chest* 2010 ; 138 : 393-406.

Veves A, Saouaf R, Donaghue VM, *et al.* Aerobic exercise capacity remains normal despite impaired endothelial function in the micro- and macrocirculation of physically active IDDM patients. *Diabetes* 1997 ; 46 : 1846-52.

Villa MP, Montesano M, Barreto M, *et al.* Diffusing capacity for carbon monoxide in children with type 1 diabetes. *Diabetologia* 2004 ; 47 : 1931-5.

Waden J, Forsblom C, Thorn LM, *et al.* Physical activity and diabetes complications in patients with type 1 diabetes: the Finnish diabetic nephropathy (FinnDiane) study. *Diabetes Care* 2008 ; 31 : 230-2.

Wallberg-Henriksson H, Gunnarsson R, Henriksson J, *et al.* Increased peripheral insulin sensitivity and muscle mitochondrial enzymes but unchanged blood glucose control in type I diabetics after physical training. *Diabetes* 1982 ; 31 : 1044-50.

Wallberg-Henriksson H, Gunnarsson R, Henriksson J, *et al.* Influence of physical training on formation of muscle capillaries in type I diabetes. *Diabetes* 1984 ; 33 : 851-7.

Wallberg-Henriksson H, Gunnarsson R, Rossner S, *et al.* Long-term physical training in female type 1 (insulin-dependent) diabetic patients: absence of significant effect on glycaemic control and lipoprotein levels. *Diabetologia* 1986 ; 29 : 53-7.

Wallymahmed ME, Morgan C, Gill GV, *et al.* Aerobic fitness and hand grip strength in type 1 diabetes: relationship to glycaemic control and body composition. *Diabet Med* 2007 ; 24 : 1296-9.

Wanke T, Auinger M, Formanek D, *et al.* Defective endogenous opioid response to exercise in type I diabetic patients. *Metabolism* 1996 ; 45 : 137-42.

Wanke T, Formanek D, Auinger M, *et al.* Pulmonary gas exchange and oxygen uptake during exercise in patients with type 1 diabetes mellitus. *Diabet Med* 1992 ; 9 : 252-7.

Wheatle CM, Baldi JC, Cassuto NA, *et al.* Glycemic control influences lung membrane diffusion and oxygen saturation in exercise-trained subjects with type 1 diabetes: alveolar-capillary membrane conductance in type 1 diabetes. *Eur J Appl Physiol* 2011 ; 111 : 567-78.

Wiesinger GF, Pleiner J, Quittan M, *et al.* Health related quality of life in patients with long-standing insulin dependent (type 1) diabetes mellitus: benefits of regular physical training. *Wien Klin Wochenschr* 2001 ; 113 : 670-5.

Wong CH, Chiang YC, Wai JP, *et al.* Effects of a home-based aerobic exercise programme in children with type 1 diabetes mellitus. *J Clin Nurs* 2011 ; 20 : 681-91.

Woo J, Yeo NH, Shin KO, *et al.* Antioxidant enzyme activities and DNA damage in children with type 1 diabetes mellitus after 12 weeks of exercise. *Acta Paediatr* 2010 ; 99 : 1263-8.

Yardley JE, Kenny GP, Perkin BA, *et al.* Resistance versus aerobic exercise: acute effects on glycemia in type 1 diabetes. *Diabetes Care* 2013 ; 36 : 537-42.

Yardley JE, Sigal RJ, Riddell MC, *et al.* Performing resistance exercise before versus after aerobic exercise influences growth hormone secretion in type 1 diabetes. *Appl Physiol Nutr Metab* 2014 ; 39 : 262-5.

Yki-Jarvinen H, DeFronzo RA, Koivisto VA. Normalization of insulin sensitivity in type I diabetic subjects by physical training during insulin pump therapy. *Diabetes Care* 1984 ; 7 : 520-7.

Zhao G, Li C, Ford ES, Fulton JE, *et al.* Leisure-time aerobic physical activity, muscle-strengthening activity and mortality risks among US adults: the NHANES linked mortality study. *Br J Sports Med* 2014 ; 48 : 244-9.

Zinman B, Zuniga-Guajardo S, Kelly D. Comparison of the acute and long-term effects of exercise on glucose control in type I diabetes. *Diabetes Care* 1984 ; 7 : 515-9.

Zola B, Kahn JK, Juni JE, *et al.* Abnormal cardiac function in diabetic patients with autonomic neuropathy in the absence of ischemic heart disease. *J Clin Endocrinol Metab* 1986 ; 63 : 208-14.

Zoppini G, Carlini M, Muggeo M. Self-reported exercise and quality of life in young type 1 diabetic subjects. *Diabetes Nutr Metab* 2003 ; 16 : 77-80.

Zorzano A, Palacin M, Guma A. Mechanisms regulating GLUT4 glucose transporter expression and glucose transport in skeletal muscle. *Acta Physiol Scand* 2005 ; 183 : 43-58.

Zurlo F, Larson K, Bogardus C, *et al.* Skeletal muscle metabolism is a major determinant of resting energy expenditure. *J Clin Invest* 1990 ; 86 : 1423-7.

Activité physique, schizophrénie et autres pathologies mentales

Isabelle Amado

*Centre Ressource en Remédiation Cognitive et Réhabilitation Psychosociale
Hôpital Sainte Anne, Paris*

Définition

On entend par Activité Physique (AP), tout mouvement produit par une contraction du muscle squelettique qui accroît la dépense énergétique. La définition d'un exercice physique, c'est un ensemble d'activités physiques planifiées, structurées et délibérées. Les exercices de type aérobie basés sur la résistance ou bien les exercices mixtes en font partie.

Sont inclus également, les exercices comme le yoga ou le taï chi si les interventions sont basées sur des mouvements. On inclut aussi dans tout ce qui est activité physique les mesures d'hygiène, conseils, programmes incluant des modifications d'hygiène de vie qui vont accompagner ces mouvements physiques.

L'*American College of Sports Medicine* (ACSM) recommande pour les exercices de type aérobie et pour la résistance physique, 20 à 30 minutes par jour, 3 à 5 jours par semaine d'activité physique avec 8 à 10 exercices de résistance qui impliquent les grands groupes musculaires et 15 répétitions par exercice. L'Organisation mondiale de la santé (WHO) rapporte en 2009 que l'inactivité physique entre en compte pour 27 % dans la prévalence du diabète et pour 30 % dans la prévalence des accidents cardiaques ischémiques. On sait également qu'une vie physique active améliore la santé, le bien-être et augmente l'espérance de vie. Avec l'âge, l'activité physique est associée à une meilleure efficacité cognitive, à moins de symptômes dépressifs, un déclin cognitif retardé et moins de phénomènes de neurodégénérescence.

Pathologie mentale – état des lieux

Il existe actuellement une inégalité dans la santé physique des personnes avec pathologie mentale, avec une espérance de vie réduite de 12 à 15 ans par rapport à la population générale. Chez les personnes souffrant de

pathologie mentale, la prévalence des maladies métaboliques est augmentée ; c'est le cas du diabète de type 2 chez des personnes avec schizophrénie ou pathologie bipolaire. Les causes de ces pathologies cardio-métaboliques sont en fait multifactorielles : bas niveau d'activité physique, prévalence augmentée de la consommation tabagique, du surpoids, de la dyslipidémie et de l'insulino-résistance. Ces différents facteurs sont majorés et associés fortement à l'utilisation d'antipsychotiques de seconde génération (Dauwan et coll., 2015).

Le faible niveau d'activité physique des patients en psychiatrie est documenté par une étude observationnelle de Jérôme et coll. (2009) sur 55 patients porteurs d'accéléromètres. Durant les 4 jours d'observation en activité spontanée, une activité moyenne de 120 minutes par semaine, par séquences de 10 minutes a été montrée chez les patients alors que le niveau recommandé tourne plutôt autour de 150 minutes par semaine. Ces auteurs constatent que les hommes sont plus actifs que les femmes et que les jeunes sont plus actifs s'ils sont comparés à des personnes avec pathologie mentale de plus de 45 ans. Cette relative inactivité physique n'a pas de lien avec le niveau de symptômes dépressifs ni avec la sévérité de la détresse psychique. Par ailleurs, les auteurs retrouvent un lien positif non significatif entre niveau d'activité et fonctionnement cognitif.

Bénéfices de l'activité physique et pathologies mentales invalidantes

De manière très générale, Wolff et coll. (2011) montrent que l'activité physique améliore les paramètres cliniques et métaboliques quelles que soient les pathologies mentales même sévères. Sur les troubles dépressifs et anxieux, Sexton et coll. (1989) montrent une diminution des scores d'anxiété chez des patients avec attaques de panique. La revue *Cochrane* (Mead et coll., 2009) sur des patients avec un diagnostic de dépression montre après activité physique, une réduction des scores de dépression, des affects négatifs et des troubles du sommeil. Une étude de suivi chez des patients atteints de dépression majeure montre une diminution des rechutes chez les patients qui sont sous Sertraline + activité physique *versus* Sertraline seul (Babyak et coll., 2000). Dans la dépression majeure, on voit après activité physique une normalisation du BDNF (*Brain-Derived Neurotrophic Factor*) (Laske et coll., 2010). On retrouve également un effet positif de l'activité physique sur la dépression post-partum (Daley et coll., 2009) et 6 études positives sur la bipolarité, avec une réduction du stress, de la dépression et de l'anxiété (Wright et coll., 2009).

Quels sont les effets de l'activité physique sur la schizophrénie ?

Une revue récente de Dauwans (2016) a retrouvé 61 études, contrôlées et non contrôlées, répertoriant des interventions de tout type d'exercices. Parmi ces études, 29 ont été retenues pour réaliser une méta-analyse et concernent 1 009 patients. En outre, Dauwans et coll. (2016) ont observé l'effet de l'activité physique sur l'intensité des symptômes ; sur ce dernier paramètre, il s'agit de données rassemblées sur 14 études et qui concernent 659 patients.

Les auteurs constatent un effet positif de l'activité physique (voir figure 1, ci-dessous) :

- sur la sévérité des symptômes ($n = 719$: Hedges'g = 0,39 ; $P < 0,001$) ;
- sur la symptomatologie positive (délire, hallucinations, troubles du cours de la pensée) ($n = 365$: Hedges'g = 0,27 ; $P < 0,05$) ;
- sur la symptomatologie négative (pauvreté des affects et du discours, amimie) ($n = 854$: Hedges'g = 0,49 ; $P < 0,001$) ;
- sur la symptomatologie générale ($n = 475$: Hedges'g = 0,27 ; $P < 0,05$ ce qui correspond à 58 %).

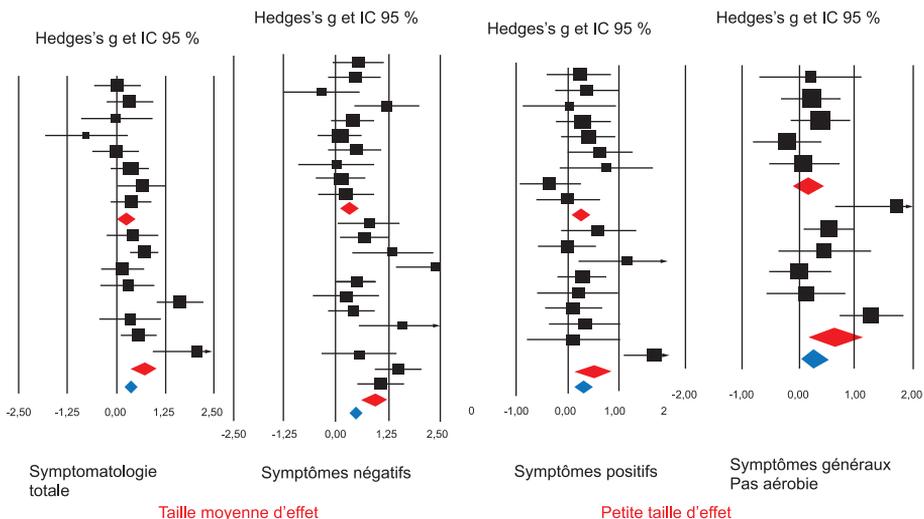


Figure 1 : Résultats de la méta-analyse de Dauwans et coll. (2016) sur les différents paramètres

1^{er} groupe de résultats : contrôle actif (par ex. patients atteints de schizophrénie jouant au baby-foot, ou jeux vidéo ou suivis en ergothérapie).

2^e groupe de résultats : contrôle passif (par ex. individus en bonne santé, patients atteints de schizophrénie sur liste d'attente ou suivant le traitement habituel).

Selon ces auteurs, l'activité physique améliore la qualité de vie (Hedges'g = 0,55, P < 0,001), le fonctionnement global (Hedges'g = 0,32, P < 0,01) et réduit la symptomatologie dépressive (Hedges'g = 0,71, P = < 0,001).

Il n'y a pas d'effet de l'activité physique sur le fonctionnement cognitif, que ce soit pour l'attention et les fonctions exécutives (Hedges'g = 0,07, P = 0,55), la vitesse de traitement (Hedges'g = 0,15, P = 0,24), la mémoire de travail (Hedges'g = 0,23, P = 0,09), la mémoire à long terme (Hedges'g = 0,14, P = 0,19).

Cependant, Dauwann et coll. (2016) constatent que le yoga pourrait améliorer la mémoire à long terme (Hedges'g = 0,32, P < 0,05).

Duncan et coll. (2016) retrouvent un effet de l'activité physique sur la sensation de plaisir et la réactivité (figure 2). Il s'agit d'une étude randomisée en *cross over* d'un programme de 10 min d'exercice, en comparaison avec la condition, rester assis ; cette étude concerne 28 sujets. Ces sujets ont été évalués en condition initiale, après 6 minutes d'exercice physique, puis réévalués 10 minutes après exercice physique. Un effet positif sur le sentiment de plaisir est retrouvé chez les patients qui pratiquent de l'activité physique, sans effet sur le degré de vigilance.

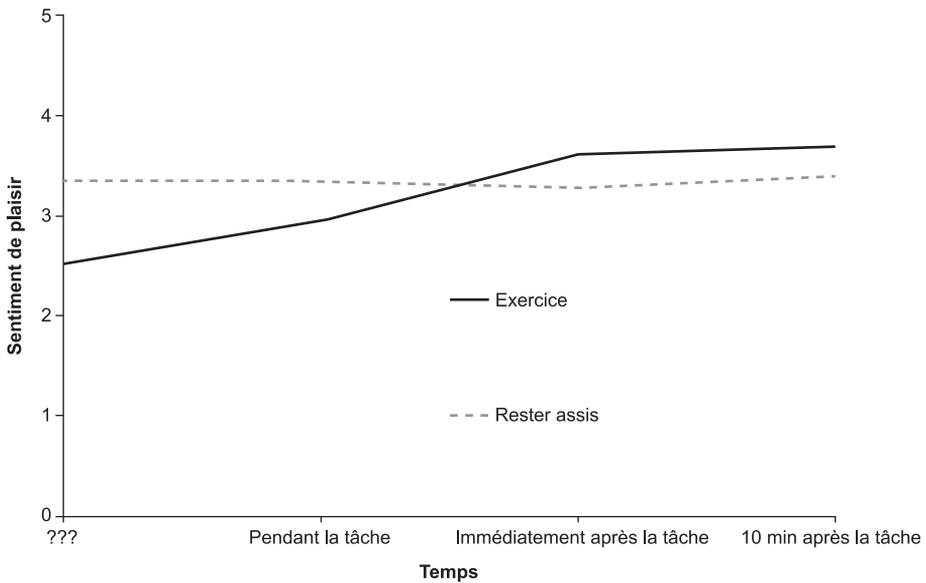


Figure 2 : Effet de l'activité physique sur le sentiment de plaisir pendant l'exercice physique versus le temps passé assis (d'après Duncan et coll., 2016)

Il existerait dans la pathologie schizophrénique un effet spécifique du yoga sur certaines fonctions. En effet, si l'activité physique réduit le stress psychique et l'anxiété, le yoga aurait une action plus spécifique sur les symptômes positifs et négatifs (Cramer et coll., 2013). Cependant, les méthodes de yoga diffèrent selon les écoles et actuellement, il n'existe pas de consensus pour définir la méthode la plus intéressante. Par ailleurs, aucune étude sur le yoga n'a inclus des enseignements de méditation associés au yoga. Les experts recommandent un programme de 12 semaines avec une durée totale par semaine de 90 à 120 minutes en moyenne. Il existerait également un bienfait du yoga sur les fonctions cognitives. Cependant, ce résultat repose sur seulement 6 études avec encore trop peu d'investigation dans ce domaine. La revue *Cochrane* reposant sur 8 études conforte ces résultats en retrouvant de surcroît un bienfait sur le fonctionnement social et la qualité de vie (Broderick et coll., 2015). Cependant, il n'y a pas de recul sur les effets du yoga à long terme.

Incidence de l'activité physique sur les premiers épisodes psychotiques

Abdel-Baki et coll. (2013) ont mené une étude en ouvert sur 16 personnes ayant fait un premier épisode psychotique comprenant 14 semaines de sessions de 30 minutes d'activité physique, deux fois par semaine. On trouve en post-programme une amélioration du périmètre abdominal, de la fonction cardiaque au repos ainsi qu'une amélioration de la consommation d'oxygène maximale plus prononcée lorsque les sujets ont une participation supérieure à 65 % pour l'ensemble des sessions.

Firth et coll. (2018) ont mené une étude sur 31 personnes ayant fait un premier épisode psychotique *versus* 7 contrôles, sujets ayant fait un premier épisode, mais sans bénéficier d'activité physique. Le programme prévoyait des exercices individualisés sur 10 semaines, l'objectif était d'atteindre 90 minutes d'activité physique modéré à vigoureux par semaine ; les sujets pouvaient faire du rameur, du steppeur, des vélos ergonomiques et une série d'activités sportives optionnelles en libre choix. Ces auteurs constatent une réduction de 33 % des symptômes négatifs avec une amélioration du fonctionnement psychosocial, de la reconnaissance des émotions, de la mémoire à court terme et sur un test cognitif d'inhibition. Il existe en parallèle une amélioration des paramètres cardiovasculaires et de la vitesse de traitement corrélée au nombre d'exercices physiques. Cependant, on ne trouve pas de modification sur l'index de masse corporelle, sur le test de 6 minutes marche, ainsi que sur un test de lever et de saut.

Activité physique, symptômes dépressifs et données anthropométriques

Une méta-analyse de Rosenbaum et coll. en 2014, incluant 20 études, montre un effet large de l'activité physique sur les symptômes dépressifs en pathologie mentale, qu'il s'agisse de patients avec état dépressif majeur ou avec schizophrénie, avec une taille d'effet large et un effet très significatif ($P < 0,001$). Une taille d'effet faible est retrouvée en revanche sur les données anthropométriques ($n = 11$; $P < 0,05$), que ce soit pour le périmètre abdominal, le tour de hanche, la masse graisseuse ou l'index de masse corporelle. Il existe aussi un effet modéré sur les aptitudes physiques ($n = 5$; $P < 0,05$) et sur la qualité de vie ($n = 6$; $P < 0,001$). Les auteurs soulignent de nombreux biais méthodologiques : l'absence de consensus et la diversité des exercices physiques effectués, des mesures recueillies, le fait que les évaluateurs ne sont pas en aveugle le plus souvent et que peu d'études décrivent en détail les interventions précises pour les exercices physiques réalisés. Il faut noter également que les effectifs sont très influencés par les études chinoises.

Daumit et coll. en 2013, montrent sur 291 sujets, avec 58 % de participants avec schizophrénie, 22 % de participants avec bipolarité et 12 % d'états dépressifs majeurs, évalués à 6, 12 et 18 mois, une différence *versus* contrôle à 18 mois d'activité physique où la perte de poids des sujets après 18 mois est en moyenne de 3 kilos.

Effets de l'activité physique sur la fonction cardiopulmonaire dans la schizophrénie

Une étude de Armstrong et coll. en 2016, randomisée, contrôlée, qui comporte des exercices aérobies de 60 minutes par semaine sur 12 semaines *versus* participants sur liste d'attente, teste la consommation maximale d'oxygène, les pics de consommation, les pulsations, le ratio d'échange respiratoire, la tension artérielle, la consommation d'oxygène par minute et par kilo, la pression de gaz carbonique, la production du gaz carbonique lors du pic et durant l'effort et le test de 6 minutes/marche. Les auteurs observent une amélioration du pic de consommation d'oxygène, de consommation de gaz carbonique, de pic de consommation de gaz carbonique libéré durant l'effort, des échanges ventilatoires et du score d'essoufflement avec une amélioration du test de 6 minutes/marche sans modification de l'index de masse corporelle. Une autre étude de Scheewe en 2013, rapporte également une meilleure consommation d'oxygène.

Modifications cérébrales et activité physique dans la schizophrénie

Une étude randomisée de Falkai et coll. (2013) compare un petit échantillon de personnes avec schizophrénie ($n = 8$) et des sujets contrôles ($n = 8$), pratiquant du vélo, en comparaison avec des personnes pratiquant le tennis de table, 30 min/semaine durant 3 mois avec évaluation clinique, cognitive et IRM structurale. Les sujets contrôles pratiquant le vélo obtiennent une augmentation de la matière grise dans les régions frontales droites et occipitales par rapport au groupe contrôle de patients pratiquant le tennis de table. Cet effet n'est pas retrouvé pour les personnes avec schizophrénie. Les auteurs concluent que des modifications de l'architecture cérébrale induites par l'activité physique seraient peut-être atténuées dans la schizophrénie. Toutefois, chez les patients est observée une amélioration des paramètres cliniques et de la mémoire à court terme après activité physique.

Chez un groupe de 8 sujets avec schizophrénie qui font de l'activité physique (activité aérobie : vélo) *versus* un groupe contrôle ($n = 8$) qui pratique du tennis de table pendant 3 mois, Pajonk et coll. (2010) montrent une corrélation entre paramètres d'activité physique et augmentation de volume de l'hippocampe, ainsi qu'une augmentation du N-acétyl aspartate dans l'hippocampe par rapport au contrôle et, au niveau cognitif, une augmentation de la mémoire à court terme.

Enfin, Takahashi et coll. (2012) montrent, sur des sujets avec schizophrénie ($n = 13$), après trois mois d'activité physique et imagerie cérébrale fonctionnelle durant des vidéos de match de basket, une augmentation de l'activité dans l'aire temporo-occipitale par rapport à des contrôles pratiquant le tennis de table ($n = 10$).

Approche intégrative, multimodale de l'activité physique dans la schizophrénie ?

Vera-Garcia et coll. (2015) relèvent dans une revue de la littérature plusieurs études (Takahashi et coll., 2012 ; Scheewe et coll., 2013 ; Oertel-Knöchel et coll., 2014) mentionnant l'intérêt d'une combinaison d'exercices aérobies aux exercices d'étirement pour réduire les symptômes négatifs. Cependant, pour Heggelund et coll. (2011), la combinaison activité physique et relaxation ne modifie pas plus la qualité de vie que l'activité physique seule, et il en est de même de l'activité physique intensive. Scheewe et coll. (2013) montrent que l'activité physique dans une approche multimodale entraîne une réduction de la demande de soins.

Pour ce qui relève de la consommation de tabac, Bernard et coll. (2013) montrent dans un programme en ouvert, sans groupe contrôle avec activité physique sur 8 semaines et conseils d'hygiène de vie sur 5 séances, après 6 semaines de programme, une réduction du nombre de cigarettes et du niveau de monoxyde de carbone qui se maintient sur 6 semaines. En revanche, il n'y a pas de modification de la composante dépressive ou anxieuse.

Smith et coll. (2012) étudient l'activité physique et la motivation en lien avec la dépendance aux substances dans une étude randomisée, motivation + marche *versus* marche sans motivation chez 17 sujets dépendants à des substances addictives avec un programme d'1 heure/semaine durant 1 mois. Le groupe avec motivation marche de manière significativement plus longue que le groupe sans programme motivationnel. Cependant, l'effort ne persiste pas sur la durée. Les auteurs concluent à un effet *booster* motivationnel mais avec phénomène d'extinction, sauf s'il y a réintroduction fréquente.

Tai chi, stress et schizophrénie

Le tai chi, est une forme d'activité physique modérée, aérobie, centrée sur le bien-être et qui combine réactivité et alerte, relaxation, séquences de mouvements et de coordination.

Un effet bénéfique du tai chi a été démontré sur le syndrome de stress post-traumatique (Grodin et coll., 2008), sur les traumatismes crâniens (Gemmel et Leatham, 2006) et sur les états dépressifs (Rogers et coll., 2009). Irwin et coll. (2007) montrent que le tai chi apporte une meilleure réponse immunitaire contre le virus de l'herpès.

Ho et coll. (2016) dans une étude randomisée à trois bras (n = 153) comparent tai chi, exercices physiques et liste d'attente chez des personnes avec schizophrénie. Dans cette étude, les sujets du premier groupe pratiquent du tai chi durant 12 semaines, le deuxième groupe pratique des exercices d'activité physique formalisés autres que le tai chi, et le groupe contrôle n'a pas d'activité physique pour l'instant. Des évaluations cliniques, physiques, cognitives, et la mesure salivaire de cortisol au début de l'intervention, à 12 et 24 semaines sont prévues. Les deux groupes, tai chi et exercice, montrent une amélioration des symptômes par rapport au groupe contrôle (liste d'attente). Dans le groupe tai chi, on retrouve une amélioration de la coordination motrice, des performances en mémoire de travail et du cortisol salivaire. L'exercice physique seul améliore les aptitudes motrices, les symptômes négatifs et dépressifs, l'attention et la réactivité, les habitudes de vie

quotidienne et le cortisol moyen. De même, le tai chi a un effet spécifique sur la coordination et la mémoire mais l'exercice physique a plus de répercussion sur le quotidien des sujets. Cependant, la meilleure coordination du mouvement après tai chi ne persiste pas 6 semaines après intervention.

Conclusion

Vera-Garcia et coll. (2015) soulignent qu'il existe actuellement une banque de données internationale regroupant les essais sur l'activité physique, avec une section particulière qui concerne les préconisations et les essais en santé mentale (*International Organization of Physical Therapists in Mental Health*¹²⁶). Cependant, ce mouvement n'en est qu'à ses débuts et donc Vera-Garcia prône de consolider le rôle de l'exercice physique en santé mentale et de l'intégrer dans des approches multidisciplinaires avec d'autres approches de type remédiation cognitive, relaxation ou méditation.

Cette thérapie psychosociale doit être formalisée et des études randomisées s'avèrent nécessaires, en aveugle, et des évaluations enrichies au niveau clinique, des aptitudes physiques, métaboliques, biologiques, cognitives et si possible cérébrales. Ces programmes doivent être envisagés en multimodal, au sein d'un ensemble de thérapies intégratives, afin qu'il y ait un maintien à long terme et pas un effet localisé sur un temps donné. En revanche, cela pose la question du contenu nécessaire d'un programme pour induire un changement de mode de vie sur le long terme. Cette question en pratique clinique s'avère de loin la plus intéressante. La réponse doit être envisagée dans une démarche beaucoup plus large d'autodétermination de leurs propres aptitudes par les patients (théorie de l'*empowerment*). Cela doit également être pris dans une démarche qui doit tendre vers le rétablissement en lien avec les autres thérapies psychosociales comme la psychoéducation, les entretiens motivationnels, la remédiation cognitive envisagée dans une construction de parcours de réhabilitation.

RÉFÉRENCES

Abdel-Baki A, Brazzini-Poisson V, Marois F, *et al.* Effects of aerobic interval training on metabolic complications and cardiorespiratory fitness in young adults with psychotic disorders: a pilot study. *Schizophr Res* 2013 ; 149 : 112-5.

126. <http://www.icppmh.org/>

Armstrong H, Bartels M, Paslavski O, *et al.* The impact of aerobic exercise training on cardiopulmonary functioning in individuals with schizophrenia. *Schizophr Res* 2016 ; 173 : 116-7.

Babyak M, Blumenthal JA, Herman S, *et al.* Exercise treatment for major depression: maintenance of therapeutic benefit at 10 months. *Psychosom Med* 2000 ; 62 : 633-8.

Bernard P, Esseul E, Raymond L, *et al.* Counseling and exercise intervention for smoking reduction in patients with schizophrenia: a feasibility study. *Arch Psychiatr Nurs* 2013 ; 27 : 23-31.

Broderick J, Knowles A, Chadwick J, *et al.* Yoga versus standard care for schizophrenia. *Cochrane Database Syst Rev* 2015 ; 10 : CD010554.

Cramer H, Lauche R, Klose P, *et al.* Yoga for schizophrenia: a systematic review and meta-analysis. *BMC Psychiatry* 2013 ; 13 : 32.

Daley A, Jolly K, MacArthur C. The effectiveness of exercise in the management of post-natal depression: systematic review and meta-analysis. *Fam Pract* 2009 ; 26 : 154-62.

Daumit G, Dickerson F, Wang NY, *et al.* A Behavioral Weight-Loss Intervention in Persons with Serious Mental Illness. *N Engl J Med* 2013 ; 368 : 1594-602.

Dauwan M, Begemann M, Heringa S, *et al.* Exercise improves clinical symptoms, quality of life, global functioning, and depression in schizophrenia: a systematic review and meta-analysis. *Schizophr Bull* 2016 ; 42 : 588-99.

Duncan M, Faulkner G, Remington G, *et al.* Characterizing the affective responses to an acute bout of moderate- intensity exercise among outpatients with schizophrenia. *Psychiatr Res* 2016 ; 237 : 264-70.

Falkai P, Malchow B, Wobrock T, *et al.* The effect of aerobic exercise on cortical architecture in patients with chronic schizophrenia: a randomized controlled MRI study. *Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci* 2013 ; 263 : 469-73.

Firth J, Carney R, Elliott R, *et al.* Exercise as an intervention for first-episode psychosis: a feasibility study. *Early Interv Psychiatry* 2018 ; 12 : 307-15.

Gemmell C, Leathem JM. A study investigating the effects of Tai Chi Chuan: individuals with traumatic brain injury compared to controls. *Brain Inj* 2006 ; 20 : 151-6.

Giménez-Meseguer J, Tortosa-Martínez J, Fernández-Valenciano M. Benefits of exercise for the quality of life of drug-dependent patients. *J Psychoactive Drugs* 2015 ; 47 : 409-16.

Grodin MA, Piwowarczyk L, Fulker D, *et al.* Treating survivors of torture and refugee trauma: a preliminary case series using qigong and t'ai chi. *J Altern Complement Med* 2008 ; 14 : 801-6.

Heggelund F, Nilsberg G, Hoff J, *et al.* Effects of high aerobic intensity training in patients with schizophrenia. A controlled trial. *Nord J Psychiatry* 2011 ; 65 : 269-75.

Ho TH, Ho YW A, Wah AY, *et al.* The psychophysiological effects of Tai-chi and exercise in residential schizophrenic patients: a 3-arm randomized controlled trial. *BMC Compl Altern Med* 2014, 14 : 364

Ho RT, Fong TC, Wan AH, *et al.* A randomized controlled trial on the psychophysiological effects of physical exercise and Tai-chi in patients with chronic schizophrenia. *Schizophr Res* 2016 ; 171 : 42-9.

Irwin MR, Olmstead R, Oxman MN. Augmenting immune responses to varicella zoster virus in older adults: a randomized controlled trial of Tai Chi. *J Am Geriatr Soc* 2007, 55 : 511-7.

Jerome GJ, Young DR, Dalcin A, *et al.* Physical activity levels of persons with mental illness attending psychiatric rehabilitation programs. *Schizophr Res* 2009 ; 108 : 252-7.

Laske C, Banschbach S, Stransky E, *et al.* Exercise-induced normalization of decreased BDNF serum concentration in elderly women with remitted major depression. *Int J Neuropsychopharmacol* 2010 ; 13 : 595-602.

Mead GE, Morley W, Campbell P, *et al.* Exercise for depression. *Cochrane Database Syst Rev* 2009 ; 3 : CD004366.

Oertel-Knöchel V, Mehler P, Thiel C, *et al.* Effects of aerobic exercise on cognitive performance and individual psychopathology in depressive and schizophrenia patients. *Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci* 2014 ; 264 : 589-604.

Pajonk FG, Wobrock T, Gruber O, *et al.* Hippocampal Plasticity in Response to Exercise in Schizophrenia. *Arch Gen Psychiatry* 2010 ; 67 : 133-43.

Rogers CE, Larkey LK, Keller C. A review of clinical trials of tai chi and qigong in older adults. *West J Nurs Res* 2009 ; 31 : 245-79.

Rosenbaum S, Tiedemann A, Sherrington C, *et al.* Physical activity interventions for people with mental illness: a systematic review and meta-analysis. *J Clin Psychiatry* 2014 ; 75 : 9.

Scheewe TW, Backx FJ, Takken T, *et al.* Exercise therapy improves mental and physical health in schizophrenia: a randomised controlled trial. *Acta Psychiatr Scand* 2013 ; 127 : 464-73.

Sexton H, Maere A, Dahl NH. Exercise intensity and reduction in neurotic symptoms. A controlled follow-up study. *Acta Psychiatr Scand* 1989 ; 80 : 231-5.

Smith M, Lynch W. Exercise as a potential treatment for drug abuse: evidence from preclinical studies. *Front Psychiatry* 2012 ; 2 : 82.

Takahashi H, Sassa T, Shibuya T, *et al.* Effects of sports participation on psychiatric symptoms and brain activations during sports observation in schizophrenia. *Transl Psychiatry* 2012 ; 2 : e96.

Vera-Garcia E, Mayoral-Cleries F, Vancampfort D, *et al.* A systematic review of the benefits of physical therapy within a multidisciplinary care approach for people with schizophrenia: an update. *Psychiatr Res* 2015 ; 229 : 828-39.

Wolff E, Gaudlitz K, von Lindenberger B, *et al.* Exercise and physical activity in mental disorders. *Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci* 2011 ; 261 : S186-91.

Wright KA, Everson-Hock ES, Taylor AH. The effects of physical activity on physical and mental health among individuals with bipolar disorder: a systematic review. *Ment Health Phys Act* 2009 ; 2 : 86-94.

Notre expérience à Sainte-Anne

Au sein du Service Hospitalo-Universitaire de Santé Mentale et Thérapeutique et du Centre ressource remédiation cognitive et réhabilitation psychosociale, nous avons mené une expérience fondée sur la remédiation cognitive et l'activité physique. Le programme admet des patients hospitalisés et en ambulatoire sur 6 semaines. Des évaluations sont réalisées à 3 semaines et à 6 semaines. L'évaluation de l'activité physique est faite avec l'échelle de Godin et coll., 1987, GLTEQ ; la qualité de vie avec la SF 36 de Leplège (2002) ; la condition physique subjective, avec l'IFIS d'Ortega en 2001 ; la condition physique objective, avec un test de souplesse, un test de 10 mètres/marche, un test de 6 minutes/marche, un test d'équilibre. Une échelle globale fonctionnelle et une BPRS qui est une échelle de symptomatologie générale sont aussi utilisées.

Il s'agit d'une étude en ouvert, descriptive, sur 55 patients : 38 hommes et 17 femmes, âgés en moyenne de 28 ans avec un écart-type de 10,3 et BMI de 26 avec un écart-type de 6.

65 % des patients trouvent que l'activité physique n'apporte aucun bénéfice pour la santé et 25 % trouvent que l'activité physique apporte un bénéfice très faible sur la santé.

Leur dépense énergétique est aussi plus faible que la population générale. Au niveau de leur qualité de vie à la SF36, ils ont des difficultés psychologiques (résultat attendu) mais aussi une mauvaise santé physique, très significativement diminuée par rapport aux normes qu'on pourrait avoir dans la population générale.

Au niveau de la condition physique objective, sur le *Functional Reach Test*, c'est-à-dire la capacité à se pencher en avant face à un mur, ils ont des indices diminués par rapport aux normes qu'ils devraient avoir par rapport à la population générale.

Lorsqu'on fait un programme de 3 semaines d'activité physique à raison de 2 séances par semaine, on obtient une amélioration des scores de la BPRS, donc de la symptomatologie globale surtout au niveau de l'anxiété par rapport au contrôle, au niveau de l'attention et une amélioration de la coopération.

Par ailleurs, on observe une amélioration des paramètres physiques : temps sur le test de 6 minutes/marche et sur l'échelle de Borg (monter un escalier le plus rapidement possible), ainsi que sur la capacité à rester debout sur une jambe.

Nous avons conclu qu'il fallait poursuivre ces activités physiques adaptées en axant plus nos exercices sur les dimensions d'interactions sociales et de repères spatio-temporels.

Synthèse

et recommandations

Synthèse

À tous les âges, chez les personnes en bonne santé ou atteintes de maladies chroniques, les bénéfices de la pratique d'une activité physique pour la prévention, le traitement des maladies chroniques et l'amélioration de la qualité de vie des personnes qui en sont atteintes, l'emportent sans conteste sur les risques encourus.

Ainsi, selon l'expertise de l'Anses 2016¹²⁷ qui reprend les résultats de l'expertise Inserm 2008¹²⁸ qu'elle complète par une revue des publications depuis cette date, « une activité physique régulière et le suivi des recommandations sont associés à une diminution de la mortalité précoce comprise entre 29 et 41 % selon les études ».

Au cours des deux dernières décennies, dans les pays anglo-saxons notamment, la recherche a permis d'en identifier les avantages selon les types d'exercice physique (dimension cardiorespiratoire, force musculaire, souplesse et coordination, composante neuropsychologique) et les conditions de mise en œuvre au regard de l'état de santé des personnes et de leurs besoins. Des guides de prescription ont été élaborés et permettent aux professionnels de santé et aux professionnels du sport de proposer des programmes adaptés d'activité physique.

Dans la première partie de la synthèse, nous présenterons les enjeux de la pratique d'activité physique en analysant la progression des pathologies chroniques, la place de l'activité dans le parcours de soins et de santé des malades chroniques, les déterminants de l'adoption par les personnes atteintes de maladies chroniques d'un comportement actif, pérenne et inséré dans les habitudes de vie. Nous verrons enfin ce que peut apporter la compréhension des mécanismes moléculaires et cellulaires capables de rendre compte des bénéfices de l'activité physique. La seconde partie sera consacrée à l'évaluation du bénéfice/risque de la pratique d'activité physique et des programmes d'activité physique en fonction des différentes pathologies chroniques.

127. Anses. Actualisation des repères du PNNS – Révisions des repères relatifs à l'activité physique et à la sédentarité. Avis de l'Anses, Rapport d'expertise collective, février 2016.

128. Inserm. Activité physique. Contextes et effets sur la santé. Collection Expertise collective. Paris : Éditions Inserm, 2008.

I. ENJEUX DE LA PRATIQUE D'ACTIVITÉ PHYSIQUE DANS LES PATHOLOGIES CHRONIQUES

La prévalence des maladies chroniques augmente partout dans le monde alors qu'une prévention est possible à tout moment de leur évolution

Selon le rapport 2014 de l'Organisation mondiale de la santé (OMS), les maladies chroniques non transmissibles sont responsables de 38 des 56 millions de morts en 2012 au niveau mondial, soit 68 %, dont 40 % d'entre elles étaient des décès prématurés (avant l'âge de 70 ans). Le nombre de décès dus aux maladies chroniques pourrait atteindre 52 millions en 2030. Les quatre maladies non transmissibles les plus fréquentes (pathologies cardiovasculaires, cancers, maladies respiratoires chroniques et diabète) sont responsables de 82 % de cette mortalité. La charge associée à ces maladies et leurs complications mesurées en années de vie en incapacité montre également une très forte augmentation, 587,6 millions en 1990 et 764,8 millions en 2013 dans le monde, en relation avec l'accroissement de la population mondiale et son vieillissement.

L'augmentation de l'espérance de vie s'accompagne d'une augmentation des années de vie en incapacité

En Europe, selon le rapport de l'OMS de 2012, « les maladies non transmissibles concourent à près de 86 % des décès et 77 % de la charge des maladies, et pèsent de plus en plus lourdement sur les systèmes de santé, le développement économique et le bien-être d'une grande partie de la population, en particulier chez les personnes âgées de 50 ans et plus ».

En France, la part des personnes âgées de 60 ans et plus devrait passer d'un quart en 2015 à un tiers de la population en 2040. Avec l'augmentation de l'espérance de vie, le nombre de personnes âgées atteintes par les pathologies chroniques ne cesse de progresser. Le nombre de personnes dépendantes passerait de 1,2 million en 2012 à 2,3 millions en 2060.

Le constat d'un accroissement important des maladies chroniques interpelle d'autant plus que, selon le rapport de l'OMS (2010) qui résume l'état des connaissances dans le domaine, un large pourcentage de ces maladies est accessible à la prévention par des actions sur quatre facteurs de risque principaux : consommation de tabac, inactivité physique¹²⁹, consommation

d'alcool et mauvaise nutrition. Ces actions de prévention peuvent être mises en œuvre en amont des maladies (prévention primaire) mais aussi à tout moment de l'évolution de ces maladies (prévention secondaire et tertiaire). Or, les maladies chroniques et leurs complications sont des contributeurs majeurs à l'état de dépendance. La prévention des récurrences et des complications de ces maladies est de ce fait un enjeu central pour le maintien de l'autonomie notamment chez les personnes âgées.

Connaître et anticiper les évolutions des pathologies chroniques constituent un préalable dans le cadre de ce travail. Les principales pathologies retenues par l'OMS étudiées dans cette expertise sont les pathologies cardiovasculaires, les cancers, le diabète, les pathologies respiratoires chroniques. L'obésité en tant que déterminant de maladies chroniques et phénomène morbide en soi rentre aussi dans le cadre de cette expertise. Enfin, sont également prises en compte certaines maladies mentales : dépression et schizophrénie, ainsi que les troubles musculo-squelettiques (TMS)¹³⁰ et la multimorbidité.

On observe un fort accroissement de l'incidence de la plupart des maladies chroniques avec l'âge mais une baisse importante de la mortalité pour les maladies cardiovasculaires et la plupart des cancers

À l'exception de quelques pathologies chroniques, telles que la schizophrénie ou l'asthme, l'incidence des maladies chroniques retenues dans le cadre de cette expertise augmente avec l'âge : les cardiopathies ischémiques, les accidents vasculaires cérébraux, l'insuffisance cardiaque, la bronchopneumopathie chronique obstructive, la plupart des cancers, le diabète, les maladies musculo-squelettiques et la multimorbidité. Avec le vieillissement de la population et l'allongement de l'espérance de vie, le nombre de personnes atteintes d'une ou plusieurs maladies chroniques ne cesse et ne va cesser de croître dans les prochaines décennies, occasionnant une augmentation de la proportion des personnes atteintes de limitations fonctionnelles et des activités quotidiennes ou essentielles et entraînant une dégradation de leur qualité de vie.

130. Dans la bibliographie anglo-saxonne, les TMS regroupent la plupart du temps les troubles, les symptômes, les maladies musculaires et ostéoarticulaires. Lorsque cette bibliographie s'intéresse aux TMS liés à l'activité professionnelle, elle parle spécifiquement de « *work related musculoskeletal disorders* », ou de « *musculoskeletal disorders of occupational medicine* » alors qu'en France les TMS se réduisent la plupart du temps aux seuls TMS d'origine professionnelle. Ici c'est le sens large, anglo-saxon des TMS qui est retenu. Le chapitre spécifique concernant ces pathologies est d'ailleurs intitulé pathologies ostéo-articulaires.

La mortalité de la plupart des maladies chroniques est en baisse depuis plusieurs décennies dans les pays à fort niveau de revenus. C'est le cas, en France, pour les pathologies qui sont responsables des deux plus grandes causes de mortalité : les maladies cardiovasculaires et les cancers. Les causes de cette décroissance relèvent à la fois d'une meilleure prévention et d'une meilleure prise en charge (détection plus précoce et traitements plus efficaces). C'est le cas pour les maladies cardiovasculaires. La mortalité par cardiopathies ischémiques a baissé de 52 % chez les femmes et de 48 % chez les hommes entre 2002 et 2012. Pour les accidents vasculaires cérébraux, cette baisse est de 42,6 % chez les femmes et de 40,1 % chez les hommes entre 2000 et 2013 et pour les insuffisances cardiaques, les taux de mortalité ont également décru régulièrement de 3 % par an entre 2000 et 2010. De même pour les cancers, leur mortalité globale a baissé entre 1980 et 2012 de 214,6 à 133,6 pour 100 000 chez les hommes et de 100,4 à 73,2 pour 100 000 chez les femmes. Cependant, une analyse plus fine montre que la mortalité de certains cancers est restée stable ou a augmenté comme c'est le cas du cancer du poumon chez la femme.

La mortalité de la bronchopneumopathie chronique obstructive ne montre qu'une faible décroissance chez les hommes (-1 % par an) entre 2000 et 2013 alors qu'elle augmente chez les femmes de 1 % par an sur cette période.

Si la mortalité toutes causes est en forte baisse, les taux d'hospitalisation, proxy¹³¹ de l'incidence, montrent des évolutions différentielles selon les pathologies, les classes d'âge et le sexe. Ainsi, en France pour les infarctus du myocarde entre 2002 et 2008, la baisse nette des hospitalisations observée chez les plus de 65 ans (-23 % chez les hommes et les femmes) s'est nettement ralentie entre 2008 et 2013 (-1,7 % chez les hommes et -1,1 % chez les femmes). Chez les moins de 65 ans, ce taux d'hospitalisation est à la hausse : + 9,9 % pour les hommes et + 19,9 % pour les femmes. Des tendances similaires sont observées dans le cas des hospitalisations pour les accidents vasculaires cérébraux. Si une légère diminution des taux de personnes hospitalisées pour accidents vasculaires cérébraux a été observée entre 2002 et 2008 (-2,6 %), le taux entre 2008 et 2014 semble aujourd'hui plutôt stable (+ 1,6 %). Cependant, cette tendance globale recouvre des disparités importantes selon l'âge : après 65 ans, les taux standardisés sont restés stables entre 2008 et 2014 (± 1 %), mais avant 65 ans, ils ont augmenté de 8 %.

131. Variable qui est une approximation de l'incidence. Le taux d'hospitalisation est une variable qui approche l'incidence, de manière plus ou moins fiable selon la pathologie. Pour une pathologie dont les recommandations sont d'hospitaliser les patients (AVC par exemple), le taux d'hospitalisation sera une bonne approximation de l'incidence ; pour une maladie où cela n'est pas le cas, ce sera une moins bonne approximation et le taux d'hospitalisation sous-estimera l'incidence.

L'évolution entre 2000 et 2014 a été marquée par une augmentation des taux standardisés d'hospitalisation pour exacerbation de bronchopneumopathie chronique obstructive chez les hommes (+ 2 % par an en moyenne) comme chez les femmes (+ 6 % par an). Les taux spécifiques d'hospitalisations croissent avec l'âge et sont, à âge égal, deux à trois fois supérieurs chez les hommes.

Ces dernières décennies, la prévalence de l'obésité et du diabète présente de très fortes augmentations même si elles semblent se ralentir voire, ces dernières années se stabiliser. À âge égal, plus la cohorte de naissance est récente plus l'indice de masse corporelle (IMC) est élevé chez les hommes comme chez les femmes. Selon les enquêtes ObÉpi, en 2012, 32,3 % des Français adultes de 18 ans et plus sont en surpoids ($25 \leq \text{IMC} < 30 \text{ kg/m}^2$) et 15 % présentent une obésité ($\text{IMC} \geq 30 \text{ kg/m}^2$). Le nombre de personnes obèses en 2012 est estimé à environ 6 922 000, ce qui correspond à 3 356 000 personnes supplémentaires par rapport au chiffre de 1997. En France, selon Santé publique France, la prévalence du diabète traité pharmacologiquement est estimée en 2013 à 4,7 % de la population. La prévalence du diabète ne cesse d'augmenter depuis les premières estimations établies en 2000 à partir des données de l'Assurance maladie. Toutefois, cette progression enregistre un ralentissement : le taux de croissance annuel est ainsi passé de 5,4 % sur la période 2006-2009 à 2,3 % sur la période 2009-2013.

Pour ce qui est des cancers, l'amélioration de la survie est générale, sauf quelques exceptions la plus notable étant le cancer du poumon, et les incidences de la plupart des cancers sont au mieux stables.

Des différences entre hommes et femmes qui s'amenuisent

L'incidence et la mortalité de la plupart des maladies chroniques sont plus importantes chez les hommes que chez les femmes. C'est le cas des maladies cardiovasculaires, de la bronchopneumopathie chronique obstructive, de nombreuses localisations de cancers, du diabète, mais l'écart se réduit. Depuis une décennie, on observe chez les femmes une réduction moindre ou une augmentation plus forte des facteurs de risque tels que le tabagisme et l'obésité qui sont des déterminants des maladies chroniques et qui expliqueraient le comblement de cet écart et surtout le regain de morbidité par maladies cardiovasculaires et accidents vasculaires cérébraux ainsi que d'incapacités observé entre 50 et 65 ans, regain beaucoup plus perceptible chez elles que chez les hommes.

Des inégalités sociales qui persistent pour la plupart des maladies chroniques

Les prévalences et les incidences de la plupart des maladies chroniques (maladies cardiovasculaires, certains cancers, diabète et obésité...) sont très corrélées au gradient social.

Ainsi par exemple et sans être exhaustif pour l'infarctus du myocarde, les taux standardisés d'hospitalisation sont 35 % supérieurs et les taux de mortalité 50 % supérieurs dans le quintile de la population la plus défavorisée socialement comparé au quintile de la population la plus favorisée. Pour les accidents vasculaires cérébraux, les taux d'hospitalisation et la mortalité sont respectivement de + 14 % et de + 35 % entre les deux quintiles extrêmes. Ce gradient existe également pour la bronchopneumopathie chronique obstructive où la mortalité varie de 50 décès pour 100 000 à 75 pour 100 000 dans ces quintiles opposés. Pour l'asthme, le différentiel est de 18,6 pour 100 000 chez les personnes bénéficiant de la CMU-C¹³², mutuelle complémentaire des plus démunis, contre 7,6 pour 100 000 pour les personnes dont les ressources sont suffisamment élevées pour ne pas en bénéficier.

Ce gradient a été largement documenté pour l'obésité et le diabète, avec pour le diabète la particularité qu'il est plus prononcé chez les femmes que chez les hommes alors que c'est l'inverse pour les autres maladies.

La mise en œuvre de recommandations concernant l'activité physique chez les personnes atteintes devra donc veiller à ne pas aggraver les inégalités sociales de santé et si possible les réduire.

La multimorbidité s'accroît fortement car les maladies chroniques ont des facteurs de risque communs

La surveillance épidémiologique de la multimorbidité comme un indicateur de l'état de santé de la population permet de compléter les informations apportées par la surveillance des maladies chroniques considérées séparément. En effet, les personnes souffrant de plusieurs maladies chroniques nécessitent des prises en charge globales et adaptées à leur état de santé. Les pathologies chroniques les plus fréquentes partagent un certain nombre de facteurs de risque communs : l'obésité, la consommation de tabac, la sédentarité et l'inactivité physique. La prévention dans ce contexte est un enjeu majeur et les actions de prévention sur ces facteurs communs auront un impact sur l'ensemble des maladies impactées par ces déterminants.

La mortalité par maladies chroniques est en forte baisse depuis plusieurs décennies. Les gains considérables d'espérance de vie du XX^e et de ce début du XXI^e siècles qui ont été acquis en bonne santé se font aujourd'hui, au prix d'une augmentation de l'espérance de vie en incapacité. La forte hausse des prévalences des maladies chroniques pèse lourd en termes d'incapacité, de dépendance, de qualité de vie altérée pour les personnes qui en sont atteintes et de coûts directs et indirects pour la société. Dans ce contexte, les bénéfices multiples de l'activité physique chez les personnes atteintes de maladies chroniques doivent être pris en compte à toutes les étapes de leurs parcours de soins.

L'institutionnalisation de l'activité physique dans les politiques publiques bouscule les pratiques

L'intervention en activité physique, aujourd'hui intégrée dans le parcours de soins, a acquis une légitimité scientifique et institutionnelle dans la prise en charge des maladies chroniques. Le nombre de travaux sociologiques sur cette intégration est encore limité mais on peut cependant en proposer une lecture synthétique en distinguant trois niveaux d'analyse auxquels correspondent les institutions, les organisations et les professions qui sont appréhendées dans le cadre d'écologies liées.

L'activité physique comme objet d'action publique : un processus long marqué par les rapprochements interministériels

Les maladies chroniques sont progressivement devenues un enjeu prioritaire des politiques et plans de santé publique. Parallèlement, l'éducation thérapeutique s'est développée à la fin des années 1990, puis s'est structurée pour prendre sa place dix ans plus tard dans la prise en charge médicale de ces maladies.

Au début des années 2000 émerge en France le Programme national nutrition santé (PNNS), qui fait de la lutte contre le surpoids et l'obésité une cause nationale et met progressivement l'accent sur la promotion de l'activité physique et la réduction de la sédentarité. Le travail de préparation d'un Plan national de prévention par les activités physiques ou sportives (PNAPS), porté par le ministère de la Santé, de la Jeunesse, des Sports et de la Vie associative constitue une étape importante dans la montée en puissance de la question de l'activité physique. Si le PNAPS n'a pas été suivi d'une mise en œuvre, l'activité physique devient un axe à part entière du troisième volet du PNNS (2011-2015), mettant définitivement en exergue

le processus d'inclusion de l'activité physique dans les politiques publiques de santé, essentiellement en prévention primaire des pathologies chroniques. Mais c'est par le biais de la prévention tertiaire que s'institutionnalise véritablement l'activité physique dans le parcours de soins en France, à partir d'initiatives de terrain initialement portées par des équipes de soin, dans le cadre des dispositifs innovants des réseaux de santé ou des unités transversales d'éducation hospitalières. L'action publique en matière d'activité physique s'est ainsi progressivement construite à partir des années 2000 en s'appuyant sur les innovations professionnelles et la légitimation scientifique des bénéfices de l'intervention en activité physique auprès des personnes atteintes de maladies chroniques.

Le Plan national sport santé bien-être (SSBE), mis en place en 2012, constitue la première politique publique exclusivement centrée sur la promotion des activités physiques et sportives (APS). Il prolonge l'approche socio-sportive préalablement portée par les politiques locales, en visant les publics éloignés de la pratique sportive : publics avançant en âge, porteurs de maladies chroniques, handicapés ou précaires. Malgré les différents plans nationaux prenant en compte l'activité physique en tant qu'outil de prévention et de promotion de la santé (PNNS, Plan Obésité, Plan Bien-vieillir, Plan Cancer), constat est fait qu'une grande partie de la population n'accède pas réellement, ni durablement à la pratique d'activité physique, en particulier les publics les plus vulnérables.

Peu de travaux publiés ont jusqu'ici étudié la mise en place du Plan SSBE, mais les recherches en sciences sociales qui analysent les politiques de santé, insistent sur l'importance de sa gouvernance régionale, niveau d'application des plans nationaux jugé le plus pertinent, et sur l'importance des politiques de la ville à l'échelon local.

Le texte relatif à l'activité physique, promulgué dans la loi de modernisation du système de santé du 26 janvier 2016, a été adopté le 27 novembre 2015 à l'unanimité avec l'amendement 144 de l'article L. 1172-1. Il stipule que « dans le cadre du parcours de soins des patients atteints d'une affection de longue durée (ALD), le médecin traitant peut prescrire une activité physique adaptée à la pathologie, aux capacités physiques et au risque médical du patient. Les activités physiques adaptées sont dispensées dans des conditions prévues par décret ».

Après les débats qui ont suivi l'adoption de cet amendement, centrés autour de la prise en charge financière de ces prescriptions ainsi que sur les aptitudes des professionnels à accueillir les patients, un décret et une instruction précisent les conditions de mise en œuvre de l'article.

Le décret n° 2016-1990 « relatif aux conditions de dispensation de l'activité physique adaptée prescrite par le médecin traitant à des patients atteints d'une affection de longue durée », est adopté le 30 décembre 2016 et publié au Journal officiel le lendemain pour entrer en vigueur le 1^{er} mars 2017. Il précise notamment la liste des « limitations classées comme sévères pour les patients porteurs d'affections de longue durée au regard des altérations fonctionnelles, sensorielles, cérébrales et du niveau de douleur ressentie » au regard desquelles sont définis les professionnels (et bénévoles de l'encadrement sportif) aptes à intervenir.

Ce décret a enfin été suivi par une instruction aux agences régionales de santé (ARS) et aux directions régionales de la jeunesse, des sports et de la cohésion sociale (DRJSCS), validée le 3 mars 2017, destinée à faciliter la mise en œuvre et l'accessibilité du dispositif dans les territoires.

Les dispositifs d'intervention en activité physique portés par les organisations : entre tradition et innovation

Les organisations qui développent une intervention en activité physique pour des personnes vivant avec une maladie chronique sont aujourd'hui multiples. Elles relèvent de l'hospitalisation publique et privée, des réseaux de santé, des communautés professionnelles regroupant des professionnels libéraux, mais également du secteur associatif comme du secteur commercial non médical. Ces organisations ne touchent pas les mêmes publics, ne mobilisent pas des professionnels identiques et s'inscrivent dans des logiques d'intervention diversifiées.

La cardiologie et la diabétologie se distinguent dans la littérature sociologique par leur rôle précurseur et complémentaire dans l'intégration de l'activité physique dans le monde médical.

La cardiologie a été l'une des premières spécialités à contribuer au développement des politiques de santé préventive à vocation populationnelle et à légitimer la promotion de l'activité physique dans le cadre de la promotion de la santé. Outre son impact sur la santé publique, la cardiologie a également participé à l'intégration d'interventions en activité physique dans le cadre des prises en charge curatives et éducatives des pathologies cardiaques, en particulier dans les consultations de dépistage, en soins de suite et de réadaptation et dans les Clubs cœur et santé pour accompagner les personnes malades dans leur réadaptation cardiaque. Le réentraînement et la réadaptation à l'effort par un exercice prescrit constituent des modèles de référence prioritaires de l'intervention en activité physique en cardiologie. Ils visent

une reconstruction de l'autonomie des patients sous contrôle médical, tandis que la promotion de l'activité physique par l'information et l'éducation apparaissent comme des pratiques complémentaires plus ou moins juxtaposées à l'activité principale.

La diabétologie a quant à elle intégré l'activité physique dans un mouvement réformateur initié par une mise en doute de la capacité de l'approche médicale traditionnelle à traiter la maladie chronique. Elle a activement participé au développement de dispositifs innovants permettant un mode de travail transversal par la mobilisation et la coordination de l'ensemble des acteurs. Il s'agit de produire des soins de long terme, dans une proximité avec le lieu de vie du patient et en cohérence avec son projet personnel. Du point de vue de l'activité physique, la structure associative d'aide aux jeunes diabétiques (AJD), a joué un rôle important dans le déplacement du regard médical d'une contre-indication de la pratique sportive à son indication aux jeunes patients diabétiques vers la fin des années 1970. Ce déplacement s'est ensuite généralisé au monde adulte en tant que droit à une vie sportive, avant que l'activité physique ne devienne objet d'éducation thérapeutique pour les diabétiques de type 1, puis pour les diabétiques de type 2. L'intervention en activité physique adaptée a ainsi été portée par une dynamique collective pluridisciplinaire d'*empowerment* des patients.

Trois modèles d'intervention en activité physique ont pu être distingués dans les dispositifs initialement inventés par les équipes de coordination des réseaux de santé : 1) le modèle de la prescription de l'activité physique qui place le médecin au centre tandis que les professionnels du secteur paramédical et enseignants en activité physique adaptée (APA) se consacrent à des activités d'information-explication et de soutien de la motivation du patient ; 2) le modèle de l'incitation par une expérience pratique ponctuelle dont les objectifs sont de rassurer le patient sur ses capacités et de l'engager dans une pratique régulière autonome selon la technique du « pied dans la porte » ; 3) le modèle de l'éducation *via* l'expérience prolongée de situations d'enseignement en activité physique adaptée qui développent les ressources physiques, motrices, psychologiques et culturelles du patient. Les deux premiers modèles relèvent d'une conception spontanéiste de l'autonomie qui considère qu'il suffit que le patient soit informé des bénéfices de l'activité physique pour qu'il décide d'en pratiquer et qu'il change ses habitudes de vie. Le troisième modèle relève d'une conception interventionniste qui conçoit que l'autonomie en activité physique ne va pas de soi pour tous et qu'elle peut être (re)construite dans le cadre d'une intervention éducative.

718 Une seconde forme de réseaux spécifiquement dédiés au sport santé, comme les réseaux Efformip et Champagne-Ardenne, a commencé à se structurer

en dehors des équipes pluridisciplinaires de soins, à partir de 2005. Le Plan SSBE a finalement contribué à une généralisation de ces modèles. Ils proposent une évaluation de la condition physique et de la motivation des patients et leur orientation vers des associations locales en réseau ou vers des ateliers passerelles, selon les résultats de l'évaluation.

Ils ont également inspiré une troisième forme de dispositifs moins médicalisés, portés par les politiques locales, comme celui expérimenté par la ville de Strasbourg intitulé « Sport santé sur ordonnance » (SSSO). Il vise à promouvoir la prescription de l'activité physique par les médecins généralistes à des personnes vivant avec une maladie chronique stabilisée, et à développer une offre locale de pratique de sport santé permettant de mettre en œuvre la prescription. Cette initiative entend « contrer les inégalités sociales et territoriales de santé ou d'accès à l'activité physique ».

Les premiers dispositifs sont développés dans des organisations sanitaires (réseaux et pôles de santé, services médicaux des établissements de santé, maisons pluridisciplinaires de santé) sous la forme d'une approche intégrée aux soins. Les suivants relèvent des politiques régionales et locales et soutiennent une forme de délégation du service d'intervention en activité physique sur prescription médicale.

Le rôle de la prescription dans la pratique d'une activité physique a été étudié en particulier au Danemark et en Nouvelle-Zélande. Une ordonnance écrite aurait en moyenne deux fois plus de chances d'être convertie en actes qu'un conseil oral. Les effets seraient encore multipliés dans le cadre de ce qu'ils dénomment la « *green prescription* » dont l'objectif et les modalités de l'activité physique sont discutés avec le patient et ancrés dans ses envies, ses motivations et son parcours de soin. Mais l'étude danoise souligne qu'une formation à la prescription d'activité physique pour les médecins généralistes est nécessaire si l'on veut améliorer l'observance et la durabilité de l'activité physique pratiquée. Cette compétence, qui n'est aujourd'hui que très peu prise en compte dans les facultés de médecine française, fait défaut aux médecins généralistes qui, en majorité, ne savent pas comment ni quoi prescrire.

Travail et dynamique des professions : émergence du groupe professionnel des professionnels de l'activité physique adaptée

Les interventions en activité physique se sont développées dans le cadre des nouvelles pratiques professionnelles interdisciplinaires d'éducation thérapeutique, portées par les équipes de coordination des réseaux de santé. Les informations et recommandations s'étant révélées très peu efficaces, l'intervention

pratique auprès des patients a été jugée nécessaire. L'objectif ne pouvait pas être celui de faire faire de l'exercice. Il s'agissait au contraire de développer une pratique durable autonome qui ne se confonde pas avec celle de la rééducation, mais qui puisse lui succéder ou se développer en parallèle en fonction de l'évolution de la maladie. Il a donc été jugé utile de recruter des professionnels 1) spécialisés dans l'encadrement des APS (dans le respect du Code du sport) ; 2) formés à l'éducation et à l'enseignement pour développer les ressources et transformer les savoir-faire ; 3) compétents dans l'adaptation des contenus aux capacités, besoins et attentes des personnes fragilisées par la maladie, de manière à contrôler la balance risques-bénéfices des pratiques. Les discours consacrant l'émergence d'un nouveau groupe professionnel dans les réseaux de santé se sont structurés avec la création de l'Association des éducateurs médico-sportifs (ADEMS) en 2005. Ils ont été progressivement relayés par ceux de la Société française des professionnels de l'activité physique adaptée (SFP-APA) créée en 2008, soulignant l'ancrage historique de cette triple compétence dans les formations universitaires en activité physique adaptée et les recherches pluridisciplinaires en STAPS (Sciences et techniques des APS).

Entre diplômes nationaux, diplômes d'État et formations fédérales, les formations aux métiers de l'encadrement des APS tels qu'ils sont répertoriés dans le décret n° 2016-1990 sont multiples et renvoient à des niveaux de formation et de qualification disparates. Tandis que la formation universitaire en activité physique adaptée (niveau de qualification II voire I) est ciblée sur l'intervention auprès de publics malades, vieillissants et/ou en situation de handicap, celle des éducateurs sportifs (niveau de qualification IV) n'est pas spécialisée sur un public à besoins spécifiques. Pour autant les professionnels de l'encadrement des APS sont invités par le décret à un travail de définition de territoire en fonction de la sévérité des limitations fonctionnelles des publics. Ces professionnels des APS introduits, aux côtés de professions paramédicales établies et réglementées dans le secteur sanitaire, se sont retrouvés confrontés à des conflits de juridiction. Lors de l'élaboration du décret, l'État devenu « auditoire » des groupes professionnels a produit une délimitation souple des territoires dont il sera intéressant d'évaluer l'impact sur les dynamiques engagées.

En plaçant la prescription du médecin généraliste au centre du dispositif d'intervention sur l'activité physique des personnes atteintes de maladies chroniques, la nouvelle loi de santé va-t-elle infléchir l'activité de travail, les dynamiques professionnelles et les dispositifs d'intervention ?

Les enjeux de l'intervention en activité physique adaptée : animer, entraîner ou enseigner ?

Les logiques d'intervention qui transparaissent dans la revue de littérature sociologique se caractérisent par une grande variabilité en fonction des organisations dans lesquelles elles s'exercent (établissements de santé, réseaux de santé, organisations sportives, associations de patients, organisations privées commerciales...), en fonction des niveaux d'échelle de l'intervention (échelle de l'État, politiques territoriales, collectivités locales) et en fonction des groupes professionnels impliqués, coordonnés ou non entre eux.

Dans les dispositifs de droit commun, les interventions tendent à se limiter à l'encadrement d'exercices plus ou moins en lien avec des APS. La réalisation des exercices est appréhendée comme bénéfique en soi, produisant spontanément santé, estime de soi, soutien social, qualité de vie... À ces temps de pratique sont parfois juxtaposés des temps d'information et de recommandations pour ériger l'exercice en norme de santé.

Dans les établissements de santé, les interventions tendent à dépasser le simple encadrement d'APS. Deux grandes logiques se distinguent dont nous avons pu étudier les ancrages historiques dans les spécialités médicales. La première, celle de l'entraînement, consiste à s'appuyer sur la recherche expérimentale pour définir la quantité et l'intensité de l'activité physique nécessaires pour un bénéfice sur la santé. Ces données définissent des situations d'entraînement que le patient est invité à suivre dans le cadre d'une thérapeutique non médicamenteuse. On lui apprend ainsi « par corps » l'exercice auquel il devra s'autocontraindre au nom de sa santé. En fin de prise en charge médicale, le professionnel procède alors par délégation de responsabilité. Le malade averti et instruit « n'a plus qu'à » reproduire l'exercice régulièrement en s'appuyant ou non sur des organisations comme les Clubs cœur et santé en cardiologie. Cette approche repose sur une vision fonctionnaliste du corps et sur la conception de l'homme libre de ses choix, rationnel dans ses décisions et réactif à la peur engendrée par le risque. Cette conception s'avère plus adaptée aux classes moyennes citadines prédisposées à intégrer dans la routine des activités quotidiennes les préconisations du programme d'exercice.

La seconde logique, celle de l'enseignement, repose sur une inversion totale du processus qui va d'abord viser l'engagement dans une pratique d'activité physique adaptée qui était initialement considérée comme improbable. Les questions de la durée et de l'intensité de l'exercice, si elles s'appuient sur les recommandations médicales, sont alors abordées à partir de l'expérience du sujet et construites avec lui. L'importance est donnée au développement de

capabilités mobilisables à partir du libre arbitre de l'individu. Il ne s'agit donc pas d'animer pour faire bouger, mais d'enseigner dans le cadre de situations d'apprentissage et d'accompagner la construction d'un projet individuel qui s'appuie sur des pratiques culturelles partageables. Cette logique demande que l'intervention se déroule dans la durée (sur plusieurs mois) pour que le processus d'engagement puisse s'enclencher.

L'intervention sur le « bouger » en prévention tertiaire remet en question les conditionnements spatiotemporels qui organisent la place et la surveillance des corps dans l'espace social. Exiger d'un groupe qu'il se mette à bouger, c'est changer les règles de l'usage social des corps dans leur espace privé comme dans les espaces publics de déplacement, d'interaction sociale et de travail, où la mobilité est habituellement d'autant plus réduite que les publics sont malades et/ou âgés.

L'enjeu majeur de la pratique d'activité physique chez les personnes atteintes de maladies chroniques est la motivation et l'adhésion à une activité physique régulière

L'engagement des personnes atteintes de maladie chronique dans une activité physique régulière est principalement motivé par le plaisir et l'intérêt qu'elles y trouvent. Un autre facteur primordial d'engagement renvoie à leurs croyances en termes de bénéfices perçus, aussi bien pour leur santé physique que pour leur bien-être psychologique. À l'inverse, le manque de connaissances sur les effets positifs de la pratique de l'activité physique, ou des croyances défavorables selon lesquelles celle-ci serait inutile dans la gestion de leur pathologie, peuvent être à l'origine de l'absence d'initiation ou de maintien de sa pratique.

Les patients peuvent également être motivés par l'image de soi positive que leur renvoie le fait de pratiquer (ou la vision négative qu'ils auraient d'eux-mêmes en l'absence de pratique). Plus particulièrement, le fait de devoir se prendre en main pour faire face à sa pathologie est vécu par certains comme une responsabilité ou un devoir.

Les principales barrières à la pratique de l'activité physique sont liées à l'état de santé, en particulier à la douleur et à la fatigue ressenties, parfois en raison d'effets secondaires de certains traitements. Le fait de pratiquer non pour soi, mais pour faire plaisir à autrui, ou répondre à une pression sociale, est un facteur défavorable à long terme. De même, les risques perçus à ne pas pratiquer semblent avoir peu de lien avec l'adoption d'une activité physique.

Les croyances des individus en leurs capacités à pratiquer des activités physiques, en particulier dans des circonstances contraignantes, représentent un déterminant très important. Ces croyances peuvent être réduites chez les personnes atteintes de maladie chronique, du fait de leur état de santé, en raison des limites propres à leur environnement, ou parce que l'activité physique est susceptible d'entrer en concurrence avec d'autres activités et rôles qu'elles ont à assumer (responsabilités familiales et professionnelles).

L'environnement social peut influencer de façon plus ou moins favorable la motivation de ces personnes, en fonction des messages adressés et des comportements adoptés. Les personnes ayant potentiellement le plus d'impact sur la motivation et la pratique effective d'une activité physique dans cette population incluent le corps médical, les professionnels supervisant la pratique d'activité physique, les pairs (autres personnes atteintes de la même pathologie), et la famille.

Enfin, si les intentions et la planification sont le plus souvent une étape incontournable afin de permettre l'initiation de la pratique, la création de routines s'avère par la suite une nécessité pour que l'activité physique devienne un comportement adopté de façon habituelle.

La plupart de ces constats relatifs à la motivation s'appliquent de façon transversale aux personnes atteintes de différentes maladies chroniques, bien que certaines dimensions ou barrières s'expriment de façon plus ou moins marquée selon les individus (selon leur âge, leur niveau de revenu ou d'éducation, leur genre et leur pathologie).

Concernant les modalités de pratique, des différences inter-individuelles importantes ont été identifiées. Les personnes atteintes de maladie chronique témoignent de préférences très variées en matière d'activité physique réalisée, ou de contexte (pratique individuelle ou collective avec d'autres patients ou dans un groupe de pratiquants tout-venant).

Enfin, un certain nombre de techniques d'intervention ont été identifiées comme des leviers efficaces pour favoriser la motivation des personnes atteintes de maladies chroniques envers la pratique de l'activité physique, que ce soit en cours de réhabilitation, en post-réhabilitation ou dans le cadre des soins courants. Leur efficacité sur la motivation est plus importante lorsque plusieurs d'entre elles sont utilisées ensemble.

Techniques permettant d'agir sur la motivation

Information : donner et rappeler des informations sur les effets bénéfiques de l'activité physique, sur un ensemble de dimensions (biologiques, psychologiques et sociales), et les mettre en lien avec les situations vécues et changements constatés sur soi.

Opportunités : proposer différentes possibilités de pratique d'activité physique, permettant de prendre en compte les goûts individuels et les préférences personnelles (nature de l'activité, supervision ou pratique autonome, pratique conjointe avec d'autres patients ou non).

Anticipation et gestion des barrières : anticiper individuellement les barrières à l'activité physique, les conflits potentiels entre l'activité physique et les autres buts et activités, anticiper la possibilité que la personne ne pratique plus d'activité physique pendant certaines périodes ; prévoir la meilleure façon de faire face à ces événements pour l'individu.

Fixation d'objectifs : choix personnel de la nature, fréquence, intensité, durée de l'activité physique pratiquée ; rappel des objectifs fixés et des séances prévues ; mettre en place un système pour que les personnes reçoivent des *feedback* leur permettant d'évaluer leur évolution vers leurs objectifs et reçoivent des encouragements.

Monitoring : suivi de l'adoption du comportement d'activité physique, pouvant être réalisé par la personne (tenue d'un journal) ou un membre de son entourage ; parfois enregistré avec l'aide d'outils technologiques.

Rappel d'expérience : se remémorer une situation personnelle vécue comme une expérience positive de pratique d'activité physique, ou comme une réussite dans ses tentatives d'inscrire l'activité physique dans son nouveau style de vie, constitue une aide lors de phases de découragement.

Partage d'expérience : témoignage d'autres patients indiquant avoir rencontré les mêmes difficultés ou doutes vis-à-vis de la pratique d'activité physique, ayant constaté des bénéfices d'une pratique d'activité physique durable, ou ayant réussi à mettre en place le comportement de façon régulière.

Soutien social : soutien de la démarche et encouragements par les proches, voire pratique conjointe de l'activité physique. Inclut également le soutien de l'environnement médical et d'autres professionnels.

Réévaluation cognitive : travail sur les pensées récurrentes à l'égard de l'activité physique afin de favoriser une évolution d'un versant négatif – tourné sur les coûts et les risques vers des pensées positives – tournées vers les capacités et les bénéfices.

Entretien motivationnel : méthode clinique d'accompagnement du changement de comportement, basée sur une approche non directive et dans laquelle le processus s'appuie sur l'initiative du patient, la minimisation de la résistance au changement et la prise en compte de son ambivalence.

Connaître les mécanismes moléculaires et cellulaires en jeu dans le déconditionnement musculaire et dans l'activité physique permet de comprendre comment agit l'activité physique

Les pathologies chroniques entraînent un déconditionnement musculaire qui détériore la qualité de vie des patients, et qui peut être directement associé à une augmentation de la mortalité.

Chez l'humain, le maintien d'une fonction musculaire normale (homéostasie musculaire) est indispensable à la vie de relation et à l'autonomie fonctionnelle. Les pathologies chroniques vont être à l'origine d'un déconditionnement musculaire plus ou moins marqué. Celui-ci va contribuer à une réduction progressive des capacités fonctionnelles de l'organisme, une

sédentarisation croissante, et une perte d'autonomie imposant une prise en charge institutionnelle des personnes affectées.

On peut identifier deux formes principales de déconditionnement musculaire, la sarcopénie et la cachexie. La sarcopénie est identifiée comme un syndrome gériatrique, alors que la cachexie est d'abord un syndrome métabolique. Ces processus sont caractérisés par une perte de force musculaire et de masse musculaire, mais la cachexie se caractérise par un développement plus rapide du déconditionnement musculaire. Généralement, la perte de force musculaire peut s'observer avant que la perte de masse musculaire ne soit décelable.

Les données de la littérature indiquent que toutes les pathologies chroniques envisagées dans le cadre de cette expertise s'accompagnent d'un déconditionnement musculaire. Celui-ci est particulièrement bien documenté pour la bronchopneumopathie chronique obstructive, les cancers, l'insuffisance cardiaque et jusqu'à un certain point pour le diabète de type 2 et l'accident vasculaire cérébral, alors que les données de la littérature sont beaucoup plus rares pour les maladies mentales et la polyarthrite rhumatoïde. Dans certaines pathologies chroniques (bronchopneumopathie chronique obstructive, cancer, insuffisance cardiaque), le déconditionnement musculaire est associé à une augmentation de la mortalité des patients, mettant clairement en évidence l'intérêt thérapeutique que peuvent constituer des approches visant à limiter ou prévenir le déconditionnement musculaire.

L'ampleur et les conséquences du déconditionnement musculaire dépendent aussi de l'existence ou non d'un terrain pathologique sous-jacent et de l'âge des personnes affectées par ce déconditionnement. Par exemple, l'évolution du déconditionnement musculaire associé à l'âge (sarcopénie) est plus rapide chez des patients diabétiques comparativement à des sujets non diabétiques de même âge.

Mécanismes en jeu dans le déconditionnement musculaire en fonction des pathologies

La connaissance des mécanismes mis en jeu dans le déconditionnement musculaire est essentielle dans un premier temps pour déterminer si ces mécanismes sont régulés par l'activité physique, et dans un deuxième temps pour déterminer quelles modalités d'exercice musculaire et d'entraînement peuvent réguler de façon favorable ces mécanismes.

Les études fondamentales de ces 15 dernières années conduites sur des modèles animaux ont permis d'identifier de nombreux acteurs moléculaires

du déconditionnement musculaire. Même si le rôle d'un certain nombre d'entre eux reste encore à préciser chez l'humain, nous pouvons aujourd'hui sur la base de ces données présenter un schéma cohérent des acteurs moléculaires du déconditionnement musculaire pour certaines pathologies chroniques.

La dérégulation du contrôle de la balance entre la synthèse des protéines (axe Akt-mTOR¹³³ de la voie IGF-1-Akt¹³⁴) et la dégradation des protéines (axe Akt-FoxO¹³⁵ de la voie IGF-1-Akt) constitue un mécanisme clé de ce déconditionnement. L'axe Akt-FoxO contribue à la régulation transcriptionnelle de 2 voies majeures de la protéolyse intracellulaire, le système ubiquitine-protéasome et le système autophagie-lysosome. Cette dérégulation, caractérisée par l'inhibition de l'axe Akt-mTOR et l'activation de l'axe Akt-FoxO, est en effet maintenant bien documentée pour la cachexie associée au cancer et celle associée à l'insuffisance respiratoire ou cardiaque. Par contre, les données cliniques font toujours défaut dans le contexte de l'accident vasculaire cérébral, celui des pathologies mentales ou encore celui de la polyarthrite rhumatoïde. Toutefois, les données expérimentales obtenues dans les modèles animaux de ces pathologies témoignent également d'une inhibition de la synthèse des protéines (axe Akt-mTOR) et d'une activation de la dégradation des protéines (axe Akt-FoxO). Enfin, alors que l'implication du système ubiquitine-protéasome a été bien démontrée (cancers, bronchopneumopathie chronique obstructive, insuffisance cardiaque), l'implication fonctionnelle et le rôle précis du système autophagie-lysosome dans ces pathologies restent pour l'essentiel à déterminer.

Même si les effets du stress oxydatif sur la régulation de l'homéostasie musculaire ne sont pas clairement établis, il apparaît aussi qu'une augmentation du stress oxydatif serait un acteur potentiel du déconditionnement musculaire au moins dans certaines pathologies comme la bronchopneumopathie chronique obstructive, les cancers, l'insuffisance cardiaque ou encore le diabète de type 2.

Il est important de souligner qu'en fonction de la vitesse d'évolution du déconditionnement musculaire, les cinétiques de régulation de ces mécanismes peuvent être différentes. On doit aussi considérer l'existence de fenêtres temporelles où les mécanismes du déconditionnement musculaire sont plus particulièrement activés, par exemple lors d'épisodes de décompensation dans le parcours de la pathologie. Dans ces conditions, des mécanismes moléculaires de lutte contre le déconditionnement peuvent même être activés

133. Akt-mTOR : *Protein kinase B – Mammalian Target of Rapamycin*.

134. IGF-1 : *Insulin-like Growth Factor 1*.

135. FoxO : *Forkhead box*.

(par exemple activation de l'axe Akt-mTOR chez le patient atteint de bronchopneumopathie chronique obstructive).

L'augmentation de l'expression de la myostatine, un régulateur négatif de la masse musculaire, constitue également une signature moléculaire commune à de nombreuses pathologies, et qui a été mise en évidence pour la bronchopneumopathie chronique obstructive, les cancers, l'accident vasculaire cérébral, l'insuffisance cardiaque ou encore le diabète de type 2. L'augmentation de l'expression de la myostatine peut réguler en aval la synthèse et la dégradation des protéines. D'autres facteurs circulants comme les cytokines pro-inflammatoires (Interleukine-1 β , Interleukine-6 ou TNF- α ¹³⁶) seraient également des régulateurs en amont des mécanismes intracellulaires du déconditionnement musculaire.

Enfin, il faut souligner que très peu de données cliniques sont disponibles pour les pathologies mentales et la polyarthrite rhumatoïde. Toutefois, sur la base des quelques études disponibles, on peut raisonnablement considérer que l'augmentation de l'expression de la myostatine et l'activation du système ubiquitine-protésome seraient impliquées dans le déconditionnement musculaire associé à ces pathologies.

Mécanismes moléculaires par lesquels l'activité physique améliore les symptômes et la qualité de vie des patients

Les maladies chroniques s'accompagnent sur le long terme d'un déconditionnement musculaire et d'une augmentation de la masse grasse, en partie dus à la mobilité réduite et à une baisse de l'activité physique quotidienne. Les effets bénéfiques de l'activité physique sont très largement multifactoriels et impliquent plusieurs mécanismes d'action notamment sur les muscles squelettiques locomoteurs (figure ci-dessous). Le type d'exercice physique est également déterminant dans les adaptations physiologiques observées. Les exercices d'endurance améliorent la fonction cardiaque et la résistance à la fatigue des muscles locomoteurs, tandis que les exercices de renforcement musculaire augmentent la masse et la force musculaires. Il est désormais établi que le muscle squelettique est également capable de communiquer à distance avec d'autres organes par l'intermédiaire de facteurs sécrétés, *i.e.* les myokines. Bien que le répertoire des myokines soit en cours d'élaboration, des études récentes ont identifié plusieurs myokines capables de cibler l'hippocampe pour moduler la mémoire et la dépression (BDNF, GDNF¹³⁷), le foie pour

136. TNF- α : *Tumor Necrosis Factor α* .

137. BDNF : *Brain-Derived Neurotrophic Factor* et GDNF : *Glial cell Derived Neurotrophic Factor*.

moduler la production hépatique de glucose (Interleukine-6), les muscles pour moduler la sensibilité à l'insuline (apeline), ainsi que de nombreux autres tissus et organes. Une partie des effets bénéfiques de l'activité physique s'explique également par son effet anti-inflammatoire au niveau systémique et par la production de facteurs analgésiques (β -endorphines, substance P). Les recherches futures devraient s'orienter vers l'identification de nouvelles myokines et des types d'exercices physiques les mieux adaptés à la prise en charge de chaque pathologie chronique.

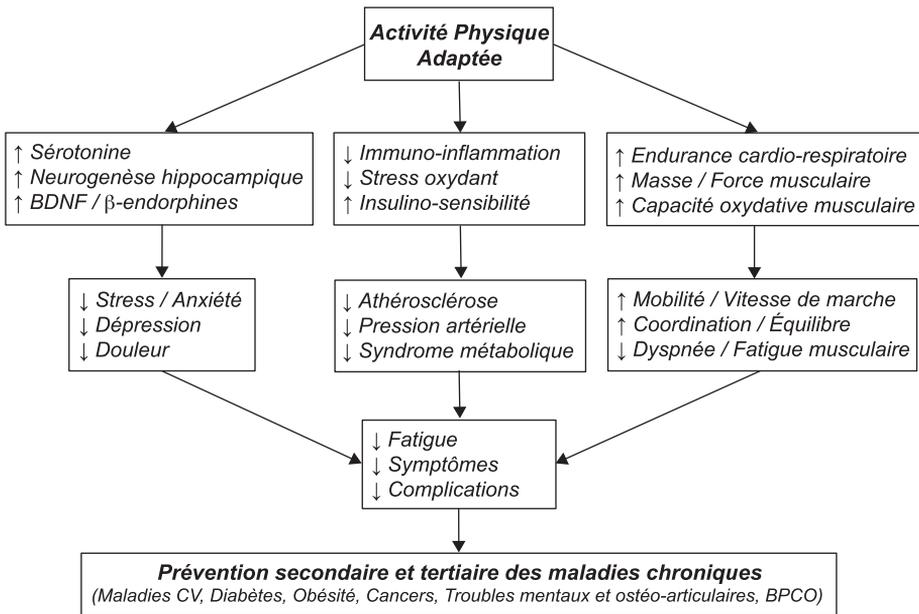


Schéma intégratif des effets bénéfiques de l'activité physique dans les maladies chroniques

BDNF : Brain-Derived Neurotrophic Factor ; BPCO : Bronchopneumopathie chronique obstructive ; CV : Cardiovasculaire.

II. PROGRAMMES D'ACTIVITÉ PHYSIQUE ET PATHOLOGIES CHRONIQUES

L'activité physique peut jouer un rôle central dans l'ajustement psychologique du patient à sa maladie chronique

Faire adopter de nouveaux comportements vis-à-vis de l'activité physique nécessite de bien cerner ce qui se joue dans l'ajustement psychologique à une maladie chronique.

Différentes phases d'ajustement psychologique se succèdent suite à l'annonce du diagnostic. Ces phases dont la durée varie d'un individu à l'autre font partie d'un processus général appelé appropriation de la maladie chronique qui évite au patient de basculer dans la résignation. Ce processus exige une démarche active et éclairée de la part du patient et fait appel à cinq facteurs psychosociaux clés : les émotions positives, la flexibilité cognitive, le sens donné à l'existence, le soutien social et les stratégies actives pour faire face au stress. La pratique d'activité physique adaptée va jouer un rôle de facilitateur dans cette appropriation en favorisant par exemple l'introspection, les *feedbacks* sensoriels, la production d'affects positifs, une diminution du stress, la consolidation de l'estime de soi...

Une maladie chronique entraîne des erreurs de jugement de la part des patients entre leur niveau réel de pratique d'activité physique et la perception qu'ils en ont, ou entre leur capacité physique réelle et leur capacité perçue. Ces biais de perception résultent d'un processus de déconditionnement qui s'installe progressivement et insidieusement, peut-être avant même le diagnostic de la maladie. Dans une maladie comme la bronchopneumopathie chronique obstructive par exemple, c'est une sensation d'asphyxie provoquée par un effort physique, appelée dyspnée, qui active ce processus. Le patient évite alors tout effort physique autant par anticipation anxieuse de cette sensation que par sous-estimation de ses capacités. Ce cercle vicieux du déconditionnement provoque des répercussions qui vont bien au-delà de l'organe lésé et/ou de la fonction touchée, on parle de retentissements systémiques.

Un patient atteint de maladie chronique doit faire face aux éventuels effets secondaires ou séquelles des traitements et gérer l'évolution de sa maladie avec l'avancée en âge. Celle-ci peut se traduire par l'apparition d'autres maladies appelées comorbidités dont le risque de survenue est d'autant plus grand que les personnes sont âgées et/ou sédentaires. Une étude sur une population représentative montre que 23,2 % des patients ont plus de deux pathologies chroniques. D'autres problèmes de santé peuvent également survenir comme des symptômes anxio-dépressifs et des dysfonctionnements neurocognitifs. Des difficultés socioéconomiques peuvent se surajouter et aggraver la vulnérabilité de la personne. La pratique régulière de programmes personnalisés d'activité physique va permettre d'alléger ce fardeau en prévenant, retardant ou soulageant l'ensemble de ces complications.

De nombreuses études utilisant une méthodologie rigoureuse comme l'essai randomisé contrôlé démontrent les bénéfices de programmes en activité physique sur des variables psychologiques intégrées comme la qualité de vie, le bien-être, l'estime de soi, la fatigue, le stress et la symptomatologie

anxio-dépressive chez différentes populations de patients atteints de maladies chroniques.

Des études d'implémentation montrent que la réussite des programmes d'activités physiques adaptées auprès des patients dépend en partie des compétences de l'encadrant comme l'empathie, la bienveillance, la capacité d'écoute et l'éthique. De même, le choix de l'intensité de l'effort physique perçu est important car il a un impact sur le maintien à long terme de la pratique. Un effort perçu comme trop intense provoque une réponse émotionnelle qui réduit les chances de maintien dans une pratique régulière après 6 mois.

Les connaissances des effets de l'activité physique sur la psychologie des personnes souffrant de maladie chronique pourraient être améliorées en s'affranchissant de différents biais de publications (études non publiées, études majoritairement nord-américaines...), ou méthodologiques (biais de sélection, sous-analyse d'essais médicamenteux, type de groupe contrôle, utilisation d'outils de mesure peu fiables et/ou sensibles), et en proposant une meilleure description des programmes d'activité physique. Des études interventionnelles restent nécessaires sur des marqueurs neurocognitifs (par exemple, ressources attentionnelles), émotionnels (kinésiophobie) et comportementaux (tabagisme).

Obésité : les activités d'endurance d'intensité modérée à forte ont montré leur efficacité pour diminuer la masse grasse viscérale

L'obésité est caractérisée par une accumulation progressive de tissu adipeux au sein de l'organisme résultant principalement d'un déséquilibre important de la balance énergétique. Il est établi que cet excès de graisse, notamment au niveau abdominal, est associé à l'apparition de pathologies métaboliques, dont le diabète de type 2.

Chez les personnes obèses, selon une méta-analyse récente qui inclut 10 études de cohorte prospectives, avoir une bonne condition physique ou une pratique d'activité physique importante réduit la mortalité toutes causes indépendamment de l'indice de masse corporelle. Ainsi, les patients obèses actifs présentent un risque relatif de mortalité identique aux individus normo-pondérés. Pour autant, même en bonne condition physique, les personnes obèses conservent un risque supérieur aux sujets normo-pondérés de développer des pathologies cardiovasculaires ou un diabète de type 2. La pratique d'une activité physique aérobie ou combinée (aérobie et renforcement musculaire) améliore la condition physique chez les adultes obèses. Celle-ci, évaluée par

l'augmentation du $\dot{V}O_2\text{max}$, semble plus sensible à l'intensité qu'au volume global d'activité physique. En effet, on observe un effet dose-réponse pour une augmentation d'activité physique d'intensité modérée à forte¹³⁸.

Chez la personne adulte obèse, femme ou homme, le niveau d'activité physique globale évalué par accéléromètre est plus faible que chez des adultes normo-pondérés avec moins de pratique d'activités physiques modérées et fortes et plus de temps sédentaire. Cette pratique plus faible pourrait s'expliquer en partie par un coût énergétique plus élevé lors de l'activité physique chez le patient obèse. La prise en compte du caractère compliqué ou non de l'obésité est important. En effet, les patients obèses métaboliquement sains pratiquent une activité physique à des doses supérieures aux patients obèses non métaboliquement sains. Certaines complications pourraient également restreindre la pratique d'activité physique telles que la dyspnée d'effort, la présence d'arthroses ou de tendinites ou encore la sarcopénie chez le sujet âgé. Pour autant, les résultats des études randomisées ne rapportent pas de risques majorés lors de la pratique d'activité physique dès lors que l'intensité de l'exercice physique n'est pas maximale.

Mettre l'accent sur la diminution du tour de taille comme paramètre de suivi plutôt que sur la perte de poids

Chez les patients obèses, l'effet de l'activité physique seule sur la perte de poids reste modeste quelle que soit la durée du programme. Seuls les programmes en aérobie et combiné engendrent une perte de poids avec une efficacité plus marquée des programmes proposant des exercices physiques à forte intensité. Le volume global de l'activité physique n'apparaît pas comme un facteur majeur, probablement parce qu'il induit des phénomènes de compensation (apport calorique augmenté). En fait, comme souligné dans la position de consensus de l'EASO (*European Association for the Study of Obesity*) en 2014, la prise en charge chez les patients obèses ne doit plus se focaliser sur la perte de poids mais sur la diminution du tour de taille et les changements de composition corporelle : diminution de masse grasse et prise de masse musculaire et amélioration des facteurs de risque cardiovasculaires. Chez les patients obèses, les exercices en endurance doivent être considérés comme la clé de voûte de tout programme visant à la perte de masse grasse notamment viscérale, facteur majeur de risque cardiovasculaire. Des activités physiques d'endurance d'intensité modérée à forte ont un effet plus marqué que des intensités plus faibles et sont donc préconisées. Quelques études

138. Les termes activité physique intense ou activité physique d'intensité élevée ou soutenue sont également utilisés.

randomisées contrôlées récentes suggèrent une efficacité supérieure des protocoles intensifs intermittents mais non épuisants sur la diminution de masse grasse en comparaison avec les intensités modérées continues. Pour autant, leur recommandation reste prématurée au vu du trop faible nombre d'études.

Cette perte de masse grasse viscérale peut être obtenue sans perte de poids associée. L'exercice aérobie semble même plus efficace que la diète pour diminuer la masse grasse viscérale. Non seulement les exercices en endurance limitent la reprise de poids après un programme hygiéno-diététique ou post-chirurgie bariatrique mais ils contribuent aussi sur le long terme au maintien de la diminution de la masse grasse viscérale.

Baser des recommandations sur le suivi de la perte de masse grasse viscérale apparaît difficile d'un point de vue pratique. Cependant, prendre en compte la diminution du tour de taille, indicateur indirect représentatif de la masse grasse abdominale, représente le critère idéal de suivi. Mais pour l'instant, il n'existe pas de données sur un potentiel effet dose entre l'activité physique et la diminution du tour de taille. Par conséquent, il n'est pas possible à ce jour de proposer des programmes sur une dose efficace pour la réduction du tour de taille.

Si les exercices de renforcement musculaire ont peu d'effet sur la perte de masse grasse, ils ont des effets intéressants sur le maintien et la prise de masse musculaire. Ainsi, les programmes devraient intégrer ce type d'exercices. Cependant, associer des exercices de renforcement musculaire avec des exercices aérobies (programme combiné) diminue les gains sur la masse grasse notamment viscérale. Pour autant, il existe relativement peu de données dans la littérature sur les effets de programme combiné associant exercices en endurance et en renforcement musculaire.

Effets bénéfiques de l'activité physique sur l'obésité

Niveau de preuve ¹³⁹	Effet bénéfique
A	Baisse de la masse grasse viscérale suite à un programme aérobie Maintien du poids après perte de poids initiale
B	Baisse de la mortalité toutes causes Perte de poids Diminution du tour de taille

L'obésité est également associée à des facteurs de risque cardiovasculaires. L'activité physique seule permet de les réduire. En effet, les exercices en

139. Les niveaux de preuve sont ceux retrouvés dans la littérature, issus des classifications des différentes sociétés savantes ou évalués par les experts selon les recommandations de la HAS ; Cotation des niveaux de preuve selon les recommandations de la HAS : A : Preuve scientifique établie ; B : Présomption scientifique ; C : Faible niveau de preuve scientifique.

endurance diminuent les pressions artérielles, mais principalement chez les personnes obèses avec des niveaux de pression artérielle élevée en début de programme. De plus, l'activité physique en endurance réduit la stéatose hépatique non-alcoolique avec un effet dose-réponse. Le statut inflammatoire, la dysfonction endothéliale et le profil lipidique athérogène s'améliorent avec l'activité physique seule quelle que soit la modalité de pratique. Il importe de noter que les effets rapportés sont faibles à modérés pour tous les facteurs de risque cardiovasculaires. De manière intéressante, l'activité physique seule chez les personnes obèses est associée à une amélioration de la sensibilité à l'insuline, quelle que soit la modalité d'exercice physique réalisé. Elle diminue ainsi le risque de développer un diabète de type 2 chez ces patients.

Diabète de type 2 : la pratique d'une activité physique améliore le contrôle glycémique

L'introduction de l'activité physique dans le triptyque de la prise en charge du diabète, au même titre que la modification du régime alimentaire et le traitement médicamenteux est relativement récente. Cette approche non pharmacologique est un élément fondamental pour lutter contre la maladie et ses complications. Ces dernières sont principalement cardiovasculaires et dégénératives (rétinopathie, neuropathie, néphropathie) et définissent la sévérité de la maladie et son influence sur la vie quotidienne du patient.

Selon les trois méta-analyses les plus récentes, la pratique d'une activité physique par le patient diabétique de type 2 réduit le risque de mortalité toutes causes (entre -30 et -40 %), mais aussi celui de mortalité cardiovasculaire (-25 à -40 %), première cause de décès chez ces patients.

Une méta-analyse récente et deux études incluant un nombre important de patients montrent que la dose d'activité physique est fondamentale : une plus grande diminution de la mortalité est observée chez les patients les plus actifs. Par conséquent, il importe d'augmenter le niveau d'activité physique des patients, très souvent rapporté comme étant bien inférieur aux recommandations des sociétés savantes.

Pour obtenir une baisse significative de l'hémoglobine glyquée, les meilleurs programmes d'activités physiques sont ceux associant le renforcement musculaire et une activité d'endurance

Les effets de l'activité physique chez le patient diabétique de type 2 ont fait l'objet de très nombreuses études randomisées et contrôlées et qui ont

également été compilées lors de plusieurs méta-analyses de grande ampleur depuis 2006. Les résultats sont particulièrement intéressants sur le contrôle de la glycémie, largement reconnue comme un facteur de risque majeur d'apparitions des complications de cette pathologie. L'homéostasie glycémique doit donc être un des objectifs principaux visé dans la prise en charge par l'activité physique. Son évaluation est aujourd'hui rendue possible sur une période longue de 8 à 12 semaines grâce à la mesure de l'hémoglobine glyquée (HbA1c). Cette dernière est également un très bon marqueur des complications à long terme. Une réduction de 0,6 % de l'HbA1c est considérée comme cliniquement significative et peut être un objectif de la prise en charge. Les programmes d'activités physiques en endurance, de renforcement musculaire ou une combinaison de ces deux types d'activités ont démontré des effets bénéfiques sur l'HbA1c, notamment pour des intensités modérées à élevées. Les programmes combinés associant activités physiques aérobies et de renforcement musculaire en comparaison avec un seul type d'activité (avec ou sans régime hypocalorique associé à l'exercice) semblent présenter les meilleurs résultats (niveau de preuve B). Les effets les plus significatifs sont retrouvés chez les patients présentant les niveaux d'HbA1c les plus importants et cette amélioration de l'équilibre glycémique par l'activité physique permet un allègement du traitement médicamenteux. Cette baisse des niveaux d'HbA1c s'explique par la diminution de la production hépatique du glucose, l'amélioration du transport et de l'utilisation du glucose dans le muscle et surtout la réduction de l'insulino-résistance.

Effet plus attendu, la prise en charge par l'activité physique concourt également à une amélioration de la condition physique des patients, et par conséquent à une diminution des facteurs de risque cardiovasculaires, notamment lorsque des activités en endurance sont proposées.

Le peu de travaux et la faible population de patients inclus dans les études ne permettent pas encore de recommander l'utilisation des programmes intermittents à haute intensité, mais d'après les dernières études, les meilleures améliorations des capacités fonctionnelles, notamment cardiorespiratoires, sont obtenues avec les niveaux d'intensité d'exercice les plus importants. Les programmes basés essentiellement sur des exercices de renforcement musculaire ont une incidence moindre sur la diminution du risque cardiovasculaire. Ces améliorations physiologiques et des capacités fonctionnelles sont indispensables puisqu'elles sont associées à une meilleure qualité de vie, notamment chez les patients avec les niveaux de condition physique les plus élevés.

Enfin, il faut rappeler qu'en plus des risques cardiovasculaires, les personnes atteintes de diabète de type 2 peuvent présenter de nombreuses complications spécifiques à la pathologie, notamment les neuropathies qui affectent plus de

40 % des patients. Les épisodes d'hypo- ou d'hyperglycémies en cours ou à proximité de l'effort questionnent parfois la prescription de l'activité physique chez ces patients. Néanmoins, de manière globale, les travaux disponibles démontrent clairement que les bénéfices liés à la pratique d'une activité physique contrebalancent significativement et très rapidement après le début de la prescription les événements indésirables ou les aggravations des complications existantes. Dans ce sens, les activités physiques en charge de type marche ou course à pied peuvent être envisagées même lorsque l'on s'adresse à des patients avec des antécédents d'ulcérations du pied parfaitement cicatrisés.

Effets bénéfiques de l'activité physique sur le diabète de type 2

Niveau de preuve	Effet bénéfique
A	Baisse de la mortalité toutes causes et de la mortalité cardiovasculaire Amélioration de l'équilibre glycémique (HbA1c)
B	Amélioration de la capacité aérobie (activités en endurance) et de la force musculaire (activités de renforcement musculaire) Contrôle du poids Pas d'apparition ou d'aggravation des complications

Avec l'ensemble de ces éléments, les dernières recommandations internationales pour les patients diabétiques de type 2 s'accordent pour recommander un volume hebdomadaire de 2,5 heures à des intensités modérées à fortes en associant des exercices d'endurance et de renforcement musculaire.

Si les activités sont plutôt réalisées à une intensité faible à modérée, il sera nécessaire d'augmenter le volume de pratique à 3,5 heures (210 minutes) par semaine. Les recommandations d'activités physiques « douces » (yoga, tai chi...) existantes pour les personnes âgées peuvent être transférables aux patients diabétiques, surtout chez les plus de 65 ans (niveau de preuve C).

Les caractéristiques des activités physiques permettent la mise en place de programmes d'activités physiques adaptées en fonction des capacités individuelles des patients et des niveaux de complications, de leurs besoins et attentes, de l'évaluation de leurs progrès ainsi que de l'environnement de pratique.

Pour savoir comment fidéliser le patient, installer et favoriser la continuité de l'activité physique sur l'ensemble de la vie, l'étude de la mise en œuvre de ces recommandations est absolument nécessaire. Dans ce sens, les effets à long terme de l'activité physique demandent à être mieux documentés. Enfin, au-delà des programmes individualisés et supervisés qui démontrent leur efficacité dans ce domaine, l'augmentation de l'activité spontanée de la vie quotidienne et le développement spécifique de programmes d'activité

physique adaptée doivent être une priorité dans la prise en charge des patients diabétiques de type 2.

Bases théoriques des caractéristiques de la prise en charge par l'activité physique pour les patients diabétiques de type 2

Type d'exercice	Intensité préconisée	Durée totale* par semaine	Fréquence
Activités permettant de développer l'endurance (capacité aérobie) <i>Exercices impliquant une masse musculaire importante</i>	Modérée à forte : 60-90 % FCmax RPE : 5 à 8 Faible à modérée : < 40-60 % FCmax RPE : < 5 Haute intensité intermittent > 100 % FCmax RPE : 9-10	Minimum 2,5 h pour les intensités modérées à forte Objectif de 3,5 h par semaine si l'intensité est faible à modérée pour toutes les séances	3 séances par semaine minimum Possibilité de fractionner les exercices en plusieurs sessions de 10 min par jour (surtout pour les hautes intensités intermittentes) Jamais 48 h sans exercice
Activités permettant de développer le renforcement musculaire <i>Exercices progressifs impliquant des groupes musculaires importants</i>	Modérée à forte : > 50-75 1-RM > 75 % 1-RM optimal pour la sensibilité à l'insuline 8 à 10 exercices différents 2 à 4 séries 8 à 10 répétitions 1 à 2 min repos		2 séances par semaine au minimum
Activité permettant de développer la souplesse et l'équilibre	Faibles, activités « alternatives » Prise en compte des patients vieillissants	60 minutes en plus	1 séance par semaine minimum

* activités d'endurance et de renforcement musculaire ; FCmax : fréquence cardiaque maximale ; RPE : échelle de pénibilité subjective de l'effort ; 1-RM : charge maximale.

Pathologies coronaires : les bénéfices de l'activité physique peuvent être optimisés en jouant sur l'intensité d'exercice

Le syndrome coronaire aigu, avec ou sans infarctus du myocarde, signe l'entrée du patient dans la pathologie coronaire. Plus de 7 millions de personnes souffrent d'un syndrome coronaire aigu dans le monde chaque année. Le taux de mortalité à un an est aujourd'hui de l'ordre de 10 %. Chez les patients qui survivent, 20 % souffrent d'un deuxième événement cardiovasculaire au cours de la première année. Dans ce cadre, la prévention par l'exercice physique est cruciale pour réduire les risques de récurrences et améliorer la qualité de vie. Ce constat est fondé sur un socle de connaissances physiopathologiques bien documenté, des preuves établies et des recommandations précises. Ainsi, après un syndrome coronaire aigu et chez les patients à haut risque cardiovasculaire, les sociétés savantes recommandent l'activité physique à un niveau de classe 1 grade A. Il est de classe 1 grade B après une chirurgie coronaire et dans l'angor stable.

En France, les centres de soins de suite et de réadaptation sont les seules structures susceptibles de conduire et de superviser un programme de réentraînement à l'effort au cours d'un séjour de 3 à 4 semaines en hospitalisation complète ou de jour grâce à un encadrement pluridisciplinaire. Malheureusement, seuls 22 % des patients éligibles bénéficient d'un séjour complet en réadaptation cardiaque après un syndrome coronaire aigu. La réadaptation cardiaque supervisée à domicile n'existe pas encore en France.

Les méta-analyses montrent qu'un programme de réadaptation cardiaque fondé sur l'activité physique induit une baisse de 30 % de la mortalité d'origine cardiovasculaire, de 26 % de la mortalité totale et une diminution de 31 % du risque de réhospitalisation.

En tant que traitement non pharmacologique et sans danger, l'exercice physique est prescrit par le médecin cardiologue après une batterie d'évaluation qui permet de personnaliser le programme par la combinaison de la fréquence, l'intensité, la durée et la modalité de l'exercice.

Outre l'amélioration du pronostic, le réentraînement à l'effort apporte des bénéfices physiologiques incontestables pour la santé : amélioration de la fonction endothéliale contribuant à une régénération vasculaire et à l'angiogénèse (dès la 4^e semaine d'entraînement en endurance), amélioration de l'équilibre sympathovagal, diminution de l'activité inflammatoire, amélioration des symptômes anxiété-dépression, du stress et des fonctions cognitives. Il permet aussi un contrôle des facteurs de risque cardiovasculaires (surcharge pondérale, contrôle du diabète, dyslipidémie, hypertension).

L'exercice intermittent à haute intensité est une modalité d'entraînement complémentaire à l'entraînement continu d'intensité modérée. Elle consiste à répéter de brèves périodes d'effort de haute intensité (> 85 % de $\dot{V}O_2$ max ou du pic de puissance) entrecoupées de périodes d'effort de faible intensité ou de repos. Bien que les études les plus récentes montrent les mêmes bénéfices que pour les exercices d'intensité modérée, les protocoles d'exercice intermittent à haute intensité seraient plus adaptés aux patients fragiles et fatigables. L'objectif principal du programme est d'améliorer la consommation maximale d'oxygène du patient coronarien quelle que soit sa capacité physique de départ. Cependant, si la manipulation d'un seul paramètre d'exercice modifie considérablement les réponses cardiovasculaires, la variation de l'intensité doit être établie avec précaution pour maximiser les bénéfices, minimiser les risques d'accident et obtenir un maximum de plaisir pour le patient.

Concernant le type d'activité, les pratiques légères à modérées (type Tai Chi, Chi Gong) présentent aussi des effets positifs sur la santé. Le renforcement

Effets bénéfiques de l'activité physique sur les pathologies coronaires

Niveau de preuve	Effet bénéfique
A	Baisse de la mortalité globale et cardiovasculaire et du nombre de réhospitalisations Amélioration de la qualité de vie Augmentation de VO ₂ max et de la force musculaire Baisse de la pression artérielle, amélioration de la fréquence cardiaque de récupération et des marqueurs biologiques
B	Amélioration de la qualité du sommeil Diminution des symptômes anxio-dépressifs

musculaire est complémentaire à l'entraînement aérobie et apporte des bénéfices additionnels sur le métabolisme du glucose, la composition corporelle, la densité osseuse, la force musculaire, la qualité de vie et la tolérance à l'effort.

L'existence d'une relation dose-réponse, notamment le nombre de séances (par exemple, 12 *versus* 36) effectuées par les patients après un syndrome coronaire aigu, influence les résultats à long terme au niveau mortalité et risque de récurrence de syndrome coronaire aigu. Cela pose le problème souvent constaté de l'inobservance des recommandations d'activité physique d'où la recherche de stratégies visant à soutenir les patients dans une pratique régulière : choix de la bonne activité physique pour chaque patient, suivi téléphonique, podomètre, *coaching*... Ces interventions doivent cibler les obstacles identifiés par les patients eux-mêmes afin d'être efficaces.

Au sein de la réadaptation cardiaque, l'activité physique est une prise en charge d'autant plus efficace qu'elle est instaurée précocement. Elle est sûre, globale et peu coûteuse. Un travail collaboratif en cours entre experts de différents pays européens devrait permettre de prescrire des programmes individualisés afin de maximiser les avantages cliniques et d'optimiser la sécurité.

Insuffisance cardiaque chronique : l'activité physique fait partie du traitement pour tous les patients

L'insuffisance cardiaque chronique (ICC) est une pathologie fréquente et grave. Son incidence annuelle augmente régulièrement du fait du vieillissement de la population et de l'amélioration des traitements des pathologies cardiovasculaires et en particulier de la maladie coronaire. La mortalité à cinq ans de l'ICC reste très élevée (30-50 %), et dans les pays industrialisés son coût est estimé en moyenne à 2 % des dépenses totales de santé.

Deux formes d'ICC sont décrites, l'une à fonction systolique altérée et l'autre à fonction systolique préservée. La seconde est de description récente et

concerne surtout des patients âgés présentant plusieurs comorbidités. Sa physiopathologie reste incomplètement expliquée.

Pendant très longtemps, la pratique d'activité physique a été contre-indiquée aux patients atteints d'ICC sous prétexte de laisser le cœur fatigué « se reposer », par crainte d'aggravation ou de complications de la pathologie sous-jacente. Ce n'est que dans les 20 dernières années que l'association d'une activité physique adaptée au traitement optimal de l'ICC a été proposée et progressivement recommandée par les différentes sociétés savantes.

Les progrès dans la connaissance de la physiopathologie de l'ICC ont permis de comprendre qu'un déconditionnement physique, d'aggravation insidieuse, pouvait rendre compte pour une large part d'une évolution progressive de l'ICC, d'une maladie du cœur vers une maladie systémique avec une atteinte associée des systèmes ventilatoire et musculaire squelettique. Ces altérations secondaires contribuent aux deux symptômes cliniques dominants de l'ICC, la dyspnée et la fatigue, qui permettent de chiffrer les degrés de gravité de l'ICC (classification NYHA¹⁴⁰ de I à IV). Il a aussi été montré que l'inactivité physique aggrave le pronostic des patients atteints d'ICC et contribue à une augmentation de la mortalité précoce.

Cette meilleure compréhension de la physiopathologie a favorisé la réalisation de très nombreuses études sur les effets du réentraînement physique, surtout chez les patients atteints d'ICC avec une fonction systolique altérée. Les études chez les patients atteints d'ICC avec fonction systolique préservée sont plus rares. Elles ont démontré que l'activité physique n'aggravait pas la dysfonction myocardique et que sa pratique avait des effets bénéfiques chez les patients atteints d'ICC.

Le réentraînement physique chez les patients insuffisants cardiaques est sûr, même chez les patients qui présentent les atteintes les plus sévères

La sécurité du réentraînement physique chez les patients atteints d'ICC à fraction d'éjection altérée ou conservée, est prouvée et ceci quels que soient l'étiologie et le niveau de sévérité de l'ICC (stades NYHA II, III, IV). Le port d'un stimulateur ou d'un défibrillateur cardiaque ne contre-indique pas le réentraînement physique. De même, les patients atteints d'ICC avec assistance circulatoire et les transplantés cardiaques peuvent être réentraînés sans risque. Ainsi le réentraînement physique codifié, quelles que soient ses composantes (aérobie continue ou fractionnée, renforcement musculaire

140. *New York Heart Association.*

dynamique, gymnastique, respiratoire, électrostimulation musculaire périphérique...), réalisé dans une structure spécialisée ou bien à domicile après une bonne éducation sur sa pratique peut être proposé aux patients atteints d'ICC.

Le réentraînement cardiaque chez l'insuffisant cardiaque chronique améliore les capacités cardiorespiratoires, la force musculaire, la qualité de vie et réduit le nombre de réhospitalisations

Après un programme de réentraînement physique supervisé, toutes les études rapportent une amélioration des capacités cardiorespiratoires surtout chez les patients atteints d'ICC modérée (NYHA II et III). Cette amélioration est objectivée par une augmentation du pic de $\dot{V}O_2$ qui est un paramètre majeur pour le pronostic mais aussi pour guider la thérapeutique la mieux adaptée individuellement chez les patients atteints d'ICC.

Cependant, l'effet bénéfique du réentraînement sur la mortalité des patients atteints d'ICC reste discuté. En effet, les conclusions initiales des méta-analyses qui étaient en faveur d'un effet bénéfique de l'activité physique sur la mortalité n'ont pas été totalement confirmées par les études ultérieures. C'est en particulier le cas de l'étude multicentrique prospective HF-Action qui analysait les effets d'un réentraînement physique sur la mortalité et les hospitalisations toutes causes de patients atteints d'ICC. En effet, les résultats en faveur d'un bénéfice n'ont été confirmés qu'après ajustement sur les facteurs de risque de mortalité principaux des patients atteints d'ICC. L'analyse de l'ensemble de ces études permet seulement de conclure à une tendance bénéfique de l'activité physique sur la mortalité des patients atteints d'ICC.

Le réentraînement physique en aérobie améliore les taux de peptides natriurétiques, BNP¹⁴¹ et NT-pro-BNP, biomarqueurs myocardiques pronostics classiques chez les patients atteints d'ICC. Cette amélioration est corrélée à l'élévation du pic de $\dot{V}O_2$ et à la baisse des événements cardiovasculaires. Les effets du réentraînement sur les marqueurs d'inflammation paraissent plus discutés.

L'effet bénéfique de l'activité physique sur le nombre et la gravité des réhospitalisations au moins à court terme des patients atteints d'ICC avec tous les bénéfices médicaux et économiques qui en découlent est prouvé.

De même, toutes les études rapportent chez ces patients un effet bénéfique du réentraînement sur la qualité de vie, lié à l'amélioration de la capacité cardiorespiratoire mais aussi de la force musculaire, indispensables à une meilleure autonomie.

Effets bénéfiques de l'activité physique sur l'insuffisance cardiaque chronique

Niveau de preuve	Effet bénéfique
A	Amélioration de la qualité de vie, de la $\dot{V}O_2$ max et des marqueurs biologiques
B	Baisse de la mortalité et du nombre de réhospitalisations

En observant l'amorce d'une courbe en J entre la quantité totale hebdomadaire (≥ 7 METs¹⁴² heures) du réentraînement physique et la survenue des événements cardiovasculaires chez les patients atteints d'ICC, une étude récente a évoqué la possibilité d'une dose maximale d'activité physique hebdomadaire à ne pas dépasser chez ces patients. Ces données méritent d'être confirmées par d'autres études.

Les effets d'un réentraînement hors protocole supervisé en institution ont également été étudiés. Ces études ont montré que la pratique d'une activité physique hors institution ou à domicile a des effets similaires et peut être proposée aux patients atteints d'ICC de manière sécurisée. C'est donc une alternative intéressante au réentraînement dans les centres de réadaptation aux capacités d'accueil limitées et pour le maintien d'une pratique régulière au long cours de l'activité physique.

L'entraînement aérobic fractionné est la modalité qui apporte les bénéfices les plus importants

Le socle actuel du réentraînement physique des patients atteints d'ICC repose sur l'entraînement aérobic pour lequel il existe deux modalités d'entraînement : continu ou fractionné. Les études qui ont comparé les effets des entraînements aérobics continu et fractionné chez des patients atteints d'ICC ont montré que les deux modes étaient aussi bien tolérés par les patients. L'entraînement fractionné paraît plus efficace que l'entraînement continu sur le pic de $\dot{V}O_2$ à court terme dans la plupart des études. Les caractéristiques de l'entraînement fractionné, intensité et durée des phases d'effort et de récupération, chez les patients atteints d'ICC restent à préciser de même que les bénéfices de ce mode de réentraînement sur certains paramètres comme le remodelage ventriculaire et la fonction endothéliale. La persistance à long terme du bénéfice de l'entraînement fractionné sur le pic de $\dot{V}O_2$ dans la population des patients atteints d'ICC mérite aussi d'être étudiée.

142. MET (*Metabolic Equivalent Task*) : unité consistant à déterminer l'intensité de l'effort au regard d'un facteur multiplicatif de la dépense énergétique de repos (le MET). Une activité physique sera qualifiée de légère si l'intensité est inférieure à 3 MET, de modérée entre 3 et 6 MET et élevée au-delà de 6 MET.

Le renforcement musculaire dynamique est bien toléré par les patients atteints d'ICC sans risque d'aggravation notable. Il peut être isolé ou mieux, associé à un entraînement aérobie et semble améliorer les capacités cardio-respiratoires et musculaires et la qualité de vie.

Pour l'amélioration du pic de $\dot{V}O_2$, tous les modes d'exercice apparaissent bénéfiques. Mais les bénéfices les plus marqués sont observés avec dans l'ordre : l'entraînement aérobie fractionné, l'entraînement aérobie d'intensité modérée, l'électrostimulation, le réentraînement musculaire inspiratoire, l'association aérobie-renforcement musculaire et enfin le renforcement musculaire isolé.

D'autres modes d'activités physiques peuvent être proposés sans risque aux patients atteints d'ICC : danse de salon, Tai Chi, marche nordique, yoga, qui ont montré des bénéfices chez ces patients, mais doivent être confirmés par de nouvelles données plus solides.

Les méthodes de réentraînement à domicile avec télémonitorage ont aussi été évaluées ; elles n'ont pas été compliquées d'événements cardiovasculaires graves et ont prouvé leur efficacité sur la qualité de vie avec une possible amélioration de l'autonomie. Pour les patients atteints d'ICC réticents à suivre un programme de réentraînement, elles pourraient être une alternative.

La pratique d'une activité physique est recommandée pour tous les insuffisants cardiaques chroniques

Les études concernant la tolérance et les effets bénéfiques du réentraînement physique ont concerné majoritairement des patients atteints d'ICC de gravité modérée (NYHA II et III), masculins, âgés en règle générale de moins de 70 ans et sans autre pathologie chronique associée. Ainsi, le réentraînement physique avec poursuite d'une activité physique au long cours est recommandé (classe 1 niveau de preuve A) pour tous les patients atteints d'ICC de classe NYHA I, II et III et cliniquement stables par les Sociétés Française, Européenne, Américaine du Nord, Canadienne de cardiologie. En outre, la pratique d'une activité physique d'intensité modérée à vigoureuse d'au moins 30 minutes au moins 5 fois par semaine est associée à une baisse des dépenses de santé significative par rapport aux patients inactifs.

Le programme de réentraînement physique doit comprendre 3 phases : une première phase hospitalière lors d'un épisode aigu, une deuxième (2-3 semaines) le plus souvent en institution spécialisée et une troisième qui devra être poursuivie indéfiniment.

La phase 1 se limite à la déambulation et/ou à la mobilisation du patient.

En phase 2, le programme structuré sera basé sur un entraînement aérobie, de type continu ou fractionné, au mieux associé à du renforcement musculaire dynamique réalisé 3 à 5 fois par semaine avec une durée de 30 minutes par séance. Le réentraînement fractionné n'est pas actuellement systématiquement recommandé en première intention à tous les patients. L'intensité de l'entraînement sera adaptée en fonction des tests d'effort réalisés régulièrement et aux sensations des patients.

Le renforcement musculaire de type dynamique (2 à 3 séances par semaine) sera encadré au début, il sollicitera des groupes musculaires différents avec des charges peu élevées et se fera à faible vitesse en évitant les phases statiques. Pour les patients les plus fragiles, un travail de type musculaire segmentaire individualisé peut être proposé.

Les indications d'autres modes de réentraînement, électrostimulation, musculation segmentaire, réentraînement des muscles inspiratoires, sont actuellement proposées au cas par cas à des patients atteints d'ICC particulièrement déconditionnés.

La phase 3 qui devra être poursuivie indéfiniment doit comprendre au moins 30 minutes d'activité physique modérée 5 fois par semaine. Les recommandations européennes conseillent d'y associer 2 à 3 séances par semaine de renforcement musculaire. Cette phase 3 est la plus problématique car l'adhésion des patients atteints d'ICC à l'activité physique autonome régulière et pérenne est faible (30-35 %).

Les bénéfices attendus de l'activité physique régulière chez les patients atteints d'ICC sont majeurs mais ils ne peuvent être maintenus qu'à la condition d'une observance poursuivie « à vie » de l'activité physique et donc d'une totale adhésion de ces patients aux recommandations d'activité physique proposées. Aujourd'hui moins de 20 % des patients atteints d'ICC bénéficient d'un programme de réhabilitation physique en hospitalisation ou en ambulatoire en phase 2. Ce faible pourcentage s'explique en partie par l'adhésion insuffisante des médecins traitants et de certains cardiologues aux recommandations.

L'adhésion au long cours des patients atteints d'ICC à l'activité physique nous paraît actuellement la problématique majeure. Nous expliquons encore mal pourquoi le niveau d'adhésion des patients atteints d'ICC diminue au fil du temps et des études complémentaires dans ces domaines paraissent justifiées. Par ailleurs, il faut insister sur le fait que la poursuite d'une activité physique n'a de chance d'être poursuivie que si elle est synonyme de plaisir.

Il serait donc intéressant de valider l'apport de pratiques d'activité physique plus ludiques que le fait de pédaler sur vélo fixe 3 fois par semaine selon un protocole immuable. L'implication du patient atteint d'ICC dans la prise en charge de sa maladie et sa pratique d'activité physique, et dans le choix de son mode de réentraînement en phase 2 est un garant d'une meilleure adhésion au long cours. L'éducation thérapeutique en lien avec la pratique d'activité physique dès la phase 2 et/ou l'efficacité de séjours de « rappels » en centre de réhabilitation selon un calendrier individuel pourrait être évaluée.

Artériopathie oblitérante des membres inférieurs : les programmes d'activité physique ont montré leur efficacité chez les patients

L'artériopathie oblitérante des membres inférieurs (AOMI) est caractérisée par un rétrécissement du calibre des artères à destination des membres inférieurs, causé par l'athérosclérose, entraînant une claudication intermittente. La prévalence de cette maladie est d'environ 2 % chez les personnes de plus de 55 ans et peut atteindre 40 % après 80 ans tous sexes confondus. La réadaptation vasculaire est considérée comme le traitement de première intention pour traiter les patients. Elle est principalement basée sur l'activité de marche, sur l'éducation thérapeutique et sur l'activité physique adaptée et est très souvent mise en place conjointement avec le traitement médical dès le stade de claudication.

Concernant les bénéfices de la pratique d'une activité physique, il est admis qu'un programme de réadaptation vasculaire de trois mois basé sur des exercices physiques réduit la morbidité, la mortalité totale et cardiovasculaire des patients artéritiques symptomatiques et asymptomatiques. La mortalité cardiovasculaire est abaissée de près de 24 %. Les résultats de deux méta-analyses et deux revues *Cochrane* récentes montrent que l'exercice physique améliore la distance de marche sans douleur, ainsi que la distance de marche maximale parcourue chez les patients artéritiques. Et ce, associé à une amélioration de capacité aérobie, de l'anxiété, de la dépression, de la qualité de vie et à la correction des facteurs de risque cardiovasculaires. Ces résultats s'expliquent par l'amélioration des facteurs biomécaniques, de la fonction endothéliale, de la fonction mitochondriale, des paramètres inflammatoires, d'une réduction de la viscosité du sang et une très légère stimulation de l'angiogenèse. Tout ceci concourt à repousser le seuil d'apparition de la douleur, favorisant ainsi l'adhésion du patient à ce traitement non pharmacologique.

Effets bénéfiques de l'activité physique sur l'artériopathie oblitérante des membres inférieurs

Niveau de preuve	Effet bénéfique
A	Baisse de la mortalité globale et cardiovasculaire Augmentation de la distance de marche et de VO_2 max Amélioration de la qualité de vie
C	Diminution des facteurs de risque cardiovasculaires et symptômes anxio-dépressifs

En général, trois différents modèles d'organisation de la réadaptation vasculaire sont décrits dans la littérature :

- une simple recommandation à l'entraînement à la marche ;
- un programme d'exercices supervisés ;
- un programme d'exercices que le patient va exécuter d'une manière autonome à son domicile.

De par le niveau de supervision, la réadaptation en centre associant marche et gymnastique, présente de meilleurs résultats que celle effectuée à domicile. Mais, les programmes d'exercices à domicile peuvent être efficaces grâce aux nouvelles technologies de monitoring.

Les études montrent que la fréquence optimale serait de 2 à 3 entraînements par semaine pour maximiser les bénéfices sur la santé. Concernant la durée, les protocoles adoptant des sessions de 30 à 60 minutes sont bien adaptés pour induire des augmentations remarquables de la distance de marche, idéalement étalés sur des périodes de 12 à 24 semaines. L'intensité des exercices est un point plus délicat à aborder car directement relié à la notion de douleur ou de gêne.

Malgré le bénéfice incontournable de la marche (c'est l'entraînement sur tapis roulant qui reste la méthode la plus utilisée dans les études cliniques), cette approche est très souvent limitée par les douleurs ressenties relativement tôt par les patients qui s'arrêtent après quelques minutes et doivent attendre entre 5 et 10 minutes que la gêne/la douleur s'estompe avant de redémarrer. De plus, du fait de cette limitation périphérique, l'intensité de l'exercice, et donc la sollicitation cardiovasculaire, reste souvent insuffisante pour obtenir un gain sur la capacité aérobie. Aussi le très faible volume d'exercice ne permet pas une dépense énergétique suffisante pour modifier favorablement les facteurs de risque cardiovasculaires. En complément de la marche, il convient donc de proposer du réentraînement à l'effort en utilisant des cycloergomètres à bras ou des entraînements de type fractionnés alternant l'exercice et la récupération.

Les programmes d'exercices supervisés sont recommandés comme traitement de première intention pour les patients atteints d'AOMI par les sociétés

savantes américaines (niveau de preuve et de recommandation les plus élevés : 1A). Les sociétés savantes préconisent depuis de nombreuses années le « protocole de Gardner » qui consiste à marcher au moins 3 fois/semaine, 30 min à 1 heure, pendant 3 à 6 mois. Si possible, la claudication doit survenir en moins de 10 min. Le patient doit dépasser la première gêne, arriver à la limite de la douleur (échelle EVA 7/10), s'arrêter et surtout ne pas forcer, respecter un temps de repos de 5 min avant de repartir. Cette prescription doit être associée au travail des membres supérieurs mais aussi à une gymnastique spécifique au niveau des membres inférieurs, à des intensités vigoureuses sans toutefois dépasser des seuils de douleurs modérées.

Recommandation de pratique d'activités physiques d'après les recommandations de la *Society for Vascular Surgery* (2015)

Recommandation	Grade	Niveau de preuve
Recommandation en première intention d'un programme supervisé d'exercice avec de la marche au minimum trois fois par semaine (30-60 minutes/session) pour au moins 12 semaines pour tous les patients avec une claudication intermittente	1	A
Recommandation d'un exercice à domicile, avec un objectif d'au moins 30 minutes de marche 3 à 5 fois par semaine quand un programme supervisé d'exercice n'est pas accessible ou pour un bénéfice à long terme après un programme d'exercice supervisé	1	B
Chez les patients après revascularisation pour claudication intermittente, un programme d'exercice supervisé ou à domicile est recommandé en tant que thérapie adjuvante	1	B

D'une façon générale, malgré de bons résultats en termes de coût-efficacité, les programmes de réadaptation vasculaire restent pourtant peu utilisés, sous-prescrits et méconnus en France (faible nombre de centres proposant des programmes supervisés, méconnaissance des médecins vasculaires et des rééducateurs, augmentation du nombre d'actes interventionnels, observance difficile des personnes malades à moyen terme...). Il est essentiel de faciliter l'accès aux structures (centres, cabinets, associations) car le manque d'observance à la marche des patients atteints d'AOMI s'explique aussi par le manque de soutien psychologique. Les études basées sur de faibles effectifs avec des protocoles souvent variables démontrent que l'on manque encore de connaissances pour homogénéiser les techniques de rééducation vasculaire et favoriser l'observance des personnes malades sur le long cours.

Accident vasculaire cérébral : l'activité physique est recommandée mais encore trop peu prescrite

Les accidents vasculaires cérébraux (AVC) constituent la première cause mondiale de handicap fonctionnel, la deuxième cause de décès et la troisième

cause de handicap en général. L'AVC qui a longtemps été décrit comme une pathologie spécifique aux personnes âgées concerne de plus en plus les personnes de moins de 55 ans. Le mode de vie actuel et les facteurs de risque cardiovasculaires, avec en premier le tabagisme, jouent un rôle important dans cette évolution. L'effet bénéfique d'une activité physique régulière en prévention primaire des AVC et des accidents ischémiques transitoires est prouvé.

Les séquelles post-AVC sont neuromusculaires et aussi cognitives. Ces dernières ont un impact majeur sur l'autonomie motrice fonctionnelle et justifient qu'une « réhabilitation » cognitive soit associée au réentraînement physique. Cette « réhabilitation » cognitive dépasse le cadre de cette expertise et n'est donc pas abordée ici.

Après la survenue d'un AVC, les données scientifiques à notre disposition révèlent que les patients sont très peu actifs dans la vie quotidienne, leur niveau d'inactivité physique et de sédentarité est trop élevé. Ils présentent ainsi une faible capacité cardiorespiratoire.

Le réentraînement physique chez les patients après un accident vasculaire cérébral est sûr, même lorsque son début est précoce

Les principales méta-analyses soulignent le caractère globalement sûr du réentraînement physique chez le patient après un AVC, et relèvent qu'il n'aggrave pas la spasticité musculaire.

La discussion principale sur la sécurité du réentraînement post-AVC concerne le délai de sa mise en place après la survenue de celui-ci. Il est convenu de parler de mobilisation précoce lorsque l'activité physique est réalisée hors du lit dans les 24 à 72 premières heures après l'accident. Les quatre études contrôlées, sur de faibles échantillons, concluent à une absence de risque majoré sauf pour la mortalité si la réhabilitation est débutée dans les 24 premières heures. Il paraît donc que la mobilisation précoce, entre 24 et 72 heures après l'AVC, ne présente pas de risque significativement majoré pour le patient.

Après l'AVC, le risque cardiovasculaire individuel du patient doit être évalué en se basant sur les facteurs de risque mais aussi sur les examens cardiovasculaires classiques. Le patient est alors classé comme à risque faible, intermédiaire ou élevé. L'indication d'une épreuve d'effort maximale, sous traitement, avec contrôle électrocardiographique et tensionnel, avant le début du réentraînement, sera guidée par le niveau de risque cardiovasculaire du patient.

L'épreuve d'effort avec analyse des échanges gazeux est recommandée pour guider l'intensité du réentraînement mais elle reste difficile à réaliser chez nombre de ces patients et elle ne peut pas vraiment être remplacée par le test de marche de 6 minutes.

Une surveillance particulière doit être assurée lors du réentraînement chez les patients ayant présenté un AVC de cause hémorragique.

La pratique d'activité physique améliore les capacités cardiorespiratoires, la force musculaire et apporte un bénéfice sur les activités de la vie quotidienne chez les patients après un accident vasculaire cérébral

Après la survenue d'un AVC, un réentraînement physique peut être recommandé avec un double objectif, améliorer les retentissements des séquelles de l'appareil locomoteur et/ou cognitives et prévenir une récurrence par l'amélioration des facteurs de risque cardiovasculaires.

La grande variété des causes et des séquelles des AVC retentissant sur l'autonomie et la qualité de vie du patient limite les conclusions des études qui ont analysé les bénéfices du réentraînement et les protocoles d'activité physique les mieux adaptés. Dans les pays occidentaux, la réhabilitation physique globale fait partie du traitement optimal des patients après AVC, ce qui restreint les possibilités d'analyser ses effets spécifiques par des études contrôlées. Ainsi, la plupart des données exploitables sont issues d'études réalisées en Chine, avec les limites scientifiques qui en découlent, où la réhabilitation post-AVC n'est pas obligatoire.

Il est cependant prouvé que le réentraînement après un AVC est bénéfique pour la capacité cardiorespiratoire (pic de $\dot{V}O_2$ et test de marche de 6 minutes), sur la force musculaire, sur la déambulation et sur les activités de la vie quotidienne. Ces améliorations sont surtout dues à une amélioration des limites musculaires squelettiques et ostéo-articulaires et sont d'autant plus nettes que le patient est plus déconditionné. Les bénéfices sont plus marqués avec un entraînement aérobie associé à du renforcement musculaire, et semblent corrélés à la précocité et à la quantité (effet dose-réponse) du réentraînement.

Les effets bénéfiques de l'activité physique sur l'autonomie, les fonctions cognitives, et la mortalité des patients post-AVC sont moins bien démontrés, mais ils ont été moins étudiés. Des études de bonne qualité méthodologique complémentaires sont donc nécessaires.

La perte osseuse avec fragilisation squelettique est marquée après un AVC. Les fractures éventuelles aggravent la perte de mobilité et augmentent la mortalité chez ces patients. Le réentraînement physique pourrait avoir un effet bénéfique sur la structure osseuse des patients post-AVC. Mais ces résultats doivent être confirmés par des études randomisées contrôlées en aveugle réalisées sur de grandes populations.

L'effet des interventions sur le mode de vie, et en particulier du réentraînement sur l'amélioration des facteurs de risque cardiovasculaires et donc en prévention secondaire post-AVC n'est pas prouvé. Des études à la méthodologie rigoureuse, avec en particulier un encadrement des patients pour une évaluation réelle du changement de mode de vie et en particulier de la pratique d'activité physique, méritent d'être menées avant de conclure formellement.

Néanmoins, pour les patients ayant eu un accident ischémique transitoire ou un AVC sans séquelle importante, les résultats de différents essais randomisés contrôlés récents sont en faveur d'une efficacité de l'activité physique et d'un changement de mode vie sur les facteurs de risque cardiovasculaires, et pour certaines études sur les qualités fonctionnelles artérielles des patients. Mais ces études ont été réalisées sur de faibles échantillons et des études complémentaires sont nécessaires.

La qualité de vie est très altérée chez les patients post-AVC. Le réentraînement n'a qu'un impact modéré sur ce paramètre. Toutefois, des recherches complémentaires sont nécessaires pour préciser les effets spécifiques observés sur les deux versants, physique et cognitif, de la qualité de vie en fonction des modalités de réentraînement. Les intérêts respectifs d'un réentraînement encadré prolongé et/ou basé sur des stages courts méritent aussi d'être étudiés.

Effets bénéfiques de l'activité physique sur l'accident vasculaire cérébral

Niveau de preuve	Effet bénéfique
A	Amélioration de la capacité aérobie ($\dot{V}O_2$) et de la capacité fonctionnelle (TM6)
B	Amélioration de la qualité de vie et des fonctions cognitives
C	Diminution des facteurs de risque cardiovasculaires et des récives d'AVC

Pour une meilleure efficacité des programmes d'activité physique chez les patients post-AVC, le réentraînement physique global classique, basé sur du travail aérobie et du renforcement musculaire, mériterait d'être associé à une individualisation du mode de réentraînement réellement centrée sur le patient et à des programmes d'autogestion qui aident les patients à prendre

une part active dans la gestion de leurs activités physiques à visée thérapeutique ou de loisir.

La majoration de l'activité physique à visée thérapeutique lors du temps libre du patient pourrait améliorer l'efficacité des protocoles proposés actuellement qui sont souvent ressentis négativement par le patient. De même, la pratique régulière de gestes journaliers, qui est une spécificité de la réhabilitation physique des patients post-AVC, est fortement recommandée, en association avec le réentraînement global classique, pour aider à une meilleure récupération fonctionnelle et donc à l'autonomie de ces patients. Vu la relation positive entre le volume d'activité et les effets bénéfiques sur la neuroplasticité, la pratique journalière avec une grande répétition des gestes les plus variés est même recommandée. Des protocoles de télé-réhabilitation et de réalité virtuelle pourraient également être efficaces mais les résultats des études actuellement disponibles doivent être consolidés.

Le réentraînement doit être individualisé et s'adapter aux séquelles neuromusculaires et cognitives des patients après un accident vasculaire cérébral

Les études sur les effets du réentraînement chez les patients post-AVC ont concerné des adultes sans limite d'âge, touchés par un AVC ischémique ou hémorragique, sans trouble de conscience ni de détérioration précoce, sans signe d'hémorragie intracérébrale secondaire, de syndrome coronarien ou d'insuffisance cardiaque. Dans ce cadre, la majorité des recommandations insistent sur la nécessité d'une réhabilitation physique précoce pour les patients après un AVC mais sans s'accorder formellement sur le moment de sa mise en route. La mobilisation précoce hors-lit dans les 24 heures qui suivent l'AVC est surtout utile pour la prévention des complications. Elle ne semble pas s'accompagner d'un meilleur bénéfice fonctionnel en dehors peut-être de la qualité de la marche. Cependant, tous les patients post-AVC ne peuvent pas débiter une activité physique aussi précocement. Les recommandations proposent de sélectionner des patients ayant une fréquence cardiaque de repos entre 40 et 120 bpm et/ou une pression artérielle systolique entre 120 et 220 mmHg, et de surveiller ces paramètres et le niveau de conscience lors des 3 premiers jours de mobilisation.

Des règles de base pour la réhabilitation des patients post-AVC sont recommandées. Les patients post-AVC les plus sévères doivent être réentraînés dans des centres spécialisés avec une surveillance cardiovasculaire stricte. Les patients moins sévères peuvent reprendre l'entraînement en groupe avec une surveillance moins stricte voire à domicile en cas d'AVC anciens. En

plus du traitement médical optimal, l'activité physique individualisée sera débutée le plus précocement possible, avec mobilisation passive initiale si besoin. Des tests d'évaluation fonctionnelle guideront l'activité physique individualisée (progressivement 3 à 5 séances par semaine de 20 à 60 minutes) qui associera travail aérobic et renforcement musculaire. Un programme d'autogestion de la pratique d'activité physique sera proposé au patient et conduit par un personnel formé. La surveillance sera adaptée au niveau de risque de chaque patient. En réadaptation tertiaire à domicile, l'activité physique journalière et poursuivie indéfiniment devra associer les activités journalières et une activité physique aérobic et de renforcement musculaire adaptée au niveau de handicap et à la capacité physique.

Malgré ces recommandations unanimes qui mériteraient cependant une meilleure codification, la prescription de l'activité physique pour les patients est encore limitée et la réalisation d'une épreuve d'effort est peu fréquente. Ceci peut s'expliquer par la crainte des thérapeutes qui pourrait être diminuée par une formation spécifique et la nécessité d'adapter les matériels de réentraînement aux spécificités des patients post-AVC.

Des études complémentaires de bonne qualité incluant de grands échantillons de patients sont indispensables pour démontrer l'intérêt et l'absence d'effet délétère d'une initiation de la réhabilitation dans les 24 premières heures post-AVC, pour définir les modes de réentraînement optimaux chez des patients avec un handicap fonctionnel sévère et enfin pour préciser l'effet de l'activité physique sur la mortalité, les morbidités et les fonctions cognitives des patients.

Bronchopneumopathie chronique obstructive : instaurer une pratique physique pérenne est fondamental

La bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO) qui se caractérise par une obstruction bronchique permanente et peu sensible aux bronchodilatateurs, connaît une prévalence dont la progression ne cesse d'inquiéter les spécialistes de santé publique. Elle est actuellement considérée comme la 3^e cause de mortalité au niveau mondial. La mortalité associée à la BPCO diminue depuis quelques années chez les hommes et augmente chez les femmes. En France, la prévalence se situe entre 5 et 10 %, bien que très certainement sous-évaluée en raison d'un dépistage complexe et coûteux à mettre en œuvre. Les coûts directs de cette pathologie sont estimés entre 3 700 et 7 500 euros/an et par patient, auxquels il convient d'ajouter des coûts indirects (absentéisme, perte de productivité...) et des coûts personnels en termes de qualité de vie dégradée.

La survie des patients atteints de bronchopneumopathie chronique obstructive diminue de façon spectaculaire avec la réduction du niveau d'activité physique

L'activité physique, véritable pierre angulaire de la réhabilitation respiratoire, est reconnue depuis de nombreuses années comme l'unique méthode ayant un niveau de preuve de grade A pour l'amélioration de la qualité de vie, de la tolérance à l'effort et la réduction de la dyspnée et des exacerbations des patients atteints de BPCO. Plus récemment, de nombreux travaux ont complété ces données. Il a pu être ainsi mis en évidence que l'activité physique pouvait réduire la vitesse du déclin du VEMS¹⁴³, marqueur essentiel de la gravité de l'obstruction bronchique, et ainsi limiter l'apparition de cette pathologie ou ralentir sa progression. Au-delà, le niveau d'activité physique est également relié à la diminution des hospitalisations en lien avec la BPCO, ainsi qu'à la probabilité de survie des patients atteints de BPCO. Des travaux réalisés sur des suivis parfois longs (plus de 7 ans) rapportent en effet des résultats extrêmement homogènes mettant en évidence que la probabilité de survie des patients atteints de BPCO chute de façon spectaculaire avec la réduction du niveau d'activité physique habituelle. Ces données sont fondamentales, car le constat porté par la littérature sur le niveau d'activité physique habituel des patients atteints de BPCO est accablant : l'activité physique des patients atteints de BPCO est réduite de façon drastique. Cette réduction touche toutes les intensités d'activité physique (légère, modérée ou élevée) et s'avère d'autant plus marquée que la sévérité de la BPCO est importante : seuls 10 % des patients de grade III sont considérés comme actifs mais aucun au grade IV, stade d'obstruction bronchique le plus sévère. Au regard des recommandations de l'OMS, les patients atteints de BPCO sont nettement en deçà des niveaux de pratique impactant positivement la santé, alors que toutes les données longitudinales attestent de l'importance d'augmenter ce niveau d'activité physique pour limiter la mortalité et les exacerbations liées à la BPCO.

Selon une méta-analyse récente, l'activité physique dans un contexte de réhabilitation respiratoire semble jouer un rôle sur l'augmentation à 6 mois du niveau d'activité physique spontanée après le retour à domicile. La taille d'effet est relativement modeste mais significative (0,14 ; $p = 0,04$). Tout porte donc à croire qu'il est possible d'avoir une action durable sur le niveau d'activité physique spontanée des patients, mais que des progrès importants sont encore à faire pour en assurer la réalité sur le plus long terme. Quoi qu'il en soit, la mise en parallèle des faibles niveaux d'activité physique des

patients atteints de BPCO mis en relation avec les impacts de l'activité physique sur la réduction des exacerbations, des hospitalisations, des symptômes et de la mortalité met en évidence le besoin fondamental d'instaurer une pratique physique pérenne chez ces patients.

L'évaluation des capacités physiques et de la tolérance à l'effort est recommandée de façon à pouvoir assurer une adéquation entre les capacités des patients et les intensités de pratique. L'épreuve d'effort cardiorespiratoire maximale est considérée comme la technique de référence qui peut être ensuite complétée par le test de marche de 6 minutes. Ce test peut toutefois présenter un effet plafond si la tolérance à l'effort n'est pas suffisamment impactée par la BPCO. Il conviendra dans ce cas de recourir au test navette incrémental (ISWT, test au cours duquel la vitesse est progressivement augmentée au moyen de signaux sonores pré-enregistrés). L'usage de la supplémentation aiguë en oxygène est nécessaire pour corriger des désaturations pendant l'exercice. Toutefois, il est acquis à présent que l'usage systématique de la supplémentation en oxygène lors des activités physiques n'améliore en rien ses effets.

Effets bénéfiques de l'activité physique sur la bronchopneumopathie chronique obstructive

Niveau de preuve	Effet bénéfique
A	Effets obtenus par le réentraînement à l'effort dans le cadre de la réadaptation respiratoire : Amélioration de la tolérance à l'effort générale (endurance, force) ; de la force et endurance des membres supérieurs ; de la dyspnée ; de l'état de santé et de la qualité de vie Baisse du nombre d'hospitalisations et de leurs durées Récupération plus rapide après une exacerbation
B	Augmentation de la survie

Un grand choix de pratiques différentes d'activité physique sont validées pour le patient atteint de bronchopneumopathie chronique obstructive

La littérature met ensuite clairement en évidence que de nombreuses techniques peuvent être utilisées : entraînements en endurance bien sûr, validés par plusieurs méta-analyses depuis 1996, mais, plus récemment les entraînements fractionnés qui donnent des effets comparables pour des durées de pratique plus courtes. Ils sont mieux tolérés par les patients si la durée des pics d'intensité d'effort utilisés reste inférieure à 30 secondes. Les entraînements basse *versus* haute intensité ont fait l'objet de peu de travaux mais donnent des résultats globalement superposables pour des volumes de pratiques comparables ; les activités physiques aquatiques donnent également

d'excellents résultats, ainsi que des pratiques plus douces comme le Tai Chi. Le renforcement musculaire est également efficace sur la tolérance générale à l'effort, mais induit également des effets spécifiques considérables sur la force (et de façon plus inconstante sur la masse musculaire) permettant de lutter contre la dysfonction musculaire, reconnue actuellement comme un déterminant significatif de la survie des patients. Les résultats inconstants sur la prise de masse et la typologie musculaire sont attribués à l'extrême variabilité des protocoles et il serait cohérent que les exercices soient réalisés à des charges proches de 70 % du 1-RM (charge ou force maximale) des patients ou pouvant être mobilisées entre 8 et 12 fois seulement. Il existe un nombre considérable de pratiques différentes qui ont fait la preuve de leur efficacité et l'activité physique des patients atteints de BPCO doit impérativement être pensée sous la forme d'une conjonction des différentes méthodes et conditions de pratiques, de façon à les rendre attractives, ludiques et variées ; car en définitive, le seul véritable enjeu à relever aujourd'hui ne réside pas tant dans l'amélioration fonctionnelle immédiate après la pratique, mais dans la capacité à modifier durablement le comportement des patients vis-à-vis de l'activité physique qui doit impérativement être systématiquement préservée voire amplifiée au quotidien.

Asthme : les activités d'endurance ont montré leur efficacité pour améliorer l'état de santé des patients

L'asthme est une maladie caractérisée par des épisodes réversibles d'altération plus ou moins sévère de la fonction respiratoire et une hyperréactivité bronchique considérable. Sa prévalence est d'environ 11 % chez les enfants et 7 % chez les adultes. Si la prévalence de l'asthme chez ces derniers est stable, elle a toutefois tendance à augmenter encore chez les enfants.

L'activité physique chez le patient asthmatique est un véritable paradoxe, car elle impacte positivement son état clinique, mais elle peut également provoquer un bronchospasme post-exercice. C'est souvent chez les asthmatiques une des principales raisons de leur crainte et d'une éviction plus ou moins importante des activités physiques. Pourtant, les effets rapportés sont réels : amélioration de l'aptitude physique aérobie qui s'accompagne d'une meilleure protection contre le bronchospasme post-exercice par une majoration considérable de la bronchodilatation d'exercice, amélioration de la qualité de vie et de l'état clinique des patients avec un accroissement significatif du nombre de jours passés sans symptôme respiratoire. L'hyperactivité bronchique est également réduite par l'activité physique ce qui se traduit par des réponses bronchiques réduites sous l'effet de tests médicamenteux ou lors

de l'activité physique elle-même. Seuls les effets sur la fonction respiratoire de repos sont encore discutés, en raison de 2 méta-analyses arrivant à des résultats contradictoires. Aucune méta-analyse n'a pu être réalisée sur les intensités optimales de pratique, car le besoin d'améliorer l'aptitude physique aérobie et réduire ainsi la demande ventilatoire d'exercice est tel que les travaux se sont focalisés de façon quasi-exclusive sur des pratiques d'endurance.

Effets bénéfiques de l'activité physique sur l'asthme

Niveau de preuve	Effet bénéfique
A	Amélioration de l'aptitude physique aérobie (VO_2max) et endurance ; de la capacité d'exercice (puissance maximale) et de la qualité de vie Augmentation du nombre de jours sans symptômes
B	Diminution du risque de bronchospasme post-exercice et de l'hyperréactivité bronchique Amélioration du VEMS et de la survie
C	Diminution de l'état inflammatoire des voies aériennes

Les activités physiques d'endurance trouvent une place de choix dans l'optimisation de l'état de santé des asthmatiques en améliorant les capacités physiques d'endurance, en potentialisant la bronchodilatation d'exercice et en réduisant l'hyperréactivité bronchique, ce qui explique les répercussions secondaires positives sur l'état clinique quotidien et la qualité de vie des patients asthmatiques.

Pathologies ostéo-articulaires : l'activité physique occupe une place fondamentale dans le traitement

En 2016, l'étude *Global Burden of Disease Study* a montré que parmi 310 maladies chroniques, la lombalgie commune était la 1^{re} cause d'années de vie vécues avec handicap dans le monde. L'ensemble des pathologies ostéo-articulaires arrivent en seconde position des principales causes de handicap. Le poids de ces pathologies est particulièrement important dans les pays à revenus élevés d'Asie, d'Europe Occidentale, d'Océanie et d'Amérique du Nord. En France, l'étude Handicap-Santé 2008-2009 a montré des résultats comparables : les pathologies ostéo-articulaires étaient la 1^{re} cause de handicap perçu chez les sujets de plus de 40 ans.

Les recommandations nationales et internationales concernant le traitement des pathologies ostéo-articulaires préconisent l'association de mesures médicamenteuses et non médicamenteuses. Parmi celles-ci, l'activité physique adaptée est une des pierres angulaires du traitement et est largement

recommandée afin de réduire et/ou prévenir les déficiences et limitations d'activité spécifiques et non spécifiques dans ces maladies.

Le terme d'« activité physique adaptée » est peu utilisé dans la littérature scientifique internationale et les articles scientifiques se réfèrent souvent aux termes « exercices » ou « exercices thérapeutiques » (« *exercise therapy* » en anglais). Ce terme générique désigne un programme structuré d'exercices, qui peut être un programme d'exercices spécifiques ou un programme d'activité physique non spécifique, ou l'association de ces deux programmes. Les exercices spécifiques visent à réduire et/ou prévenir les déficiences et les limitations d'activité spécifiques à la pathologie ostéo-articulaire sous-jacente (raideur, instabilité, déformation articulaire, faiblesse musculaire, troubles de la marche...). Les types d'exercices proposés concernent le renforcement musculaire, la mobilité, l'étirement ou la proprioception des articulations ou des groupes musculaires atteints. Le programme d'activité physique non spécifique quant à lui cherche à réduire et/ou prévenir les déficiences et les limitations d'activité liées à l'évolution chronique de la maladie ou à la iatrogénie, tels que la fatigue, les symptômes d'anxiété et de dépression, la baisse des performances musculaires globales qui contribuent au syndrome de déconditionnement à l'effort. Cette pratique cible l'amélioration des capacités aérobies et de la forme physique générale. Ces programmes peuvent être supervisés, par un professionnel de la rééducation ou par un professionnel de l'activité physique adaptée, ou non supervisés et se dérouler dans le milieu de vie du patient (domicile, club sportif, associations...).

Les données de la littérature ont été synthétisées en fonction de 3 grands groupes de pathologies ostéo-articulaires : 1) rachialgies chroniques, 2) arthrose périphérique et 3) rhumatismes inflammatoires chroniques et connectivites.

Activité physique et rachialgies chroniques

Dans la lombalgie chronique d'origine commune, l'activité physique adaptée sous la forme de programmes structurés associant exercices spécifiques et activité physique non spécifique, conduit à une réduction de la douleur et une amélioration de la fonction, en fin de traitement et à long terme, et diminue l'incapacité à travailler sur le long terme. Les programmes d'activité physique adaptée ont également un intérêt lorsqu'ils sont réalisés après un épisode de lombalgie afin de prévenir les récives, réduire leur fréquence et le nombre de jours d'arrêt de travail dans les 2 années qui suivent l'épisode initial de lombalgie. Les différentes modalités d'activité physique adaptée ont été insuffisamment comparées entre elles pour établir une hiérarchie claire, mais la

plupart des programmes ont en commun les exercices de renforcement musculaire des stabilisateurs du rachis, les exercices aérobies et les exercices de proprioception lombo-pelvienne. Les programmes multidisciplinaires de type « réentraînement à l'effort » associant exercices spécifiques, activité physique non spécifique et éducation thérapeutique montrent des résultats sur la réduction de la douleur et une amélioration de la fonction : à court terme, quel que soit le comparateur, et à long terme comparés aux soins usuels et à la kinésithérapie seule. Ils permettent un retour au travail avec des taux de reprise du travail de 32 % à 73 % à 1 ou 2 ans quand ils sont comparés à des programmes non multidisciplinaires. Cependant, les résultats observés dépendent du système de protection sociale du pays dans lequel ces programmes ont été évalués. L'adjonction de procédures de « facilitation » de la reprise du travail comme le temps partiel ou l'aménagement des activités professionnelles pourrait améliorer ces résultats. Parmi les activités physiques non spécifiques, le Tai Chi, le yoga, le Pilates et la marche semblent avoir un effet bénéfique sur la douleur et la fonction à court et moyen termes. Toutefois, le niveau de preuve pour ces activités est au mieux modéré et la pertinence clinique des effets observés débattue. Ces activités ont l'avantage d'être bien tolérées.

Dans les cervicalgies communes, il est difficile de faire une synthèse critique des données publiées du fait de l'inhomogénéité des patients, des faibles effectifs inclus dans les études et de la grande variété des interventions étudiées et de leurs comparateurs. En ce qui concerne les cervicalgies chroniques, les programmes d'activité physique adaptée ont un effet bénéfique sur la douleur et la fonction à la fin du traitement et à court terme (< 3 mois) et sont bien tolérés. Ils comportent des exercices visant le renforcement musculaire, le travail en endurance et les étirements de la région cervico-scapulothoracique et des membres supérieurs. En revanche, il n'existe pas de preuve d'efficacité des programmes d'activité physique adaptée dans les cervicalgies aiguës. Enfin, alors que le canal lombaire rétréci est une des causes les plus fréquentes de lombalgie chronique chez le sujet âgé, les études sur l'efficacité et la tolérance des programmes d'exercices spécifiques (par exemple exercices en flexion lombaire) et/ou d'activité physique non spécifique dans cette indication sont peu nombreuses et les niveaux de preuve très faibles à faibles, ce qui pourrait expliquer l'absence de recommandations nationales ou internationales pour le traitement des patients ayant un canal lombaire rétréci.

Activité physique et arthrose périphérique

L'activité physique adaptée sous la forme de programmes structurés associant exercices spécifiques et activité physique non spécifique à sec et/ou en

balnéothérapie est systématiquement recommandée par les sociétés savantes dans le traitement de l'arthrose périphérique en soins primaires. Les données de la littérature sur l'intérêt de l'activité physique adaptée dans l'arthrose des membres inférieurs montrent de manière constante une efficacité des programmes structurés d'exercices sur la douleur et la fonction à court et moyen termes et l'absence d'effets indésirables graves. Dès 2002, les données de la littérature étaient suffisantes pour démontrer les bénéfices des exercices par rapport à l'absence d'exercices dans l'arthrose des membres inférieurs. Quel que soit le phénotype d'arthrose du genou, les exercices à sec et aquatiques ont toujours été jugés « appropriés » selon les recommandations 2014 de l'*Osteoarthritis Research Society International*. Parmi les activités physiques non spécifiques, le Tai Chi pourrait permettre une amélioration de la fonction à 3 mois, mais pas de réduction de la douleur ou du handicap. Les autres activités physiques non spécifiques réalisées à sec (par exemple la marche, certaines activités sportives), pourraient améliorer la fonction et les performances physiques à court et moyen termes, mais n'ont pas montré d'effet clair sur la douleur. Pour l'arthrose de la hanche, les données disponibles sont plus rares que pour l'arthrose du genou. Elles sont en faveur d'un effet bénéfique, faible à modéré, de l'activité physique adaptée sur la douleur et la fonction, à la fin du traitement et à moyen terme. Enfin, dans l'arthrose des mains, les exercices spécifiques pourraient avoir un effet bénéfique sur la douleur, la fonction et la raideur articulaire à court terme. Toutefois, le niveau de preuve est faible, la pertinence clinique des effets observés est discutable et l'intérêt des exercices dans l'arthrose des mains par rapport à l'absence d'exercices demeure incertain.

Activité physique et rhumatismes inflammatoires chroniques et connectivites

Le pronostic fonctionnel des rhumatismes inflammatoires chroniques et des connectivites s'est considérablement amélioré au cours des 20 dernières années. Toutefois, les rhumatismes inflammatoires chroniques et les connectivites restent encore associés à des handicaps musculo-squelettiques. L'activité physique adaptée sous la forme de programmes structurés associant exercices spécifiques, activité physique non spécifique et éducation thérapeutique est recommandée quels que soient le stade, la sévérité ou l'activité de la maladie.

Dans la polyarthrite rhumatoïde, le niveau de preuve de l'efficacité des programmes d'exercices spécifiques ciblant l'atteinte de la main est élevé, avec une amélioration de la fonction de la main. Les activités physiques moins

spécifiques telles que les exercices de renforcement musculaire global et les exercices aérobies à sec ou en balnéothérapie montrent des effets plus inconstants, dont l'amplitude est faible à modérée, sur la douleur, la force musculaire, la fonction globale et la qualité de vie.

Effets bénéfiques de l'activité physique sur les pathologies ostéo-articulaires

Pathologie	Niveau de preuve	Effet bénéfique
Lombalgie chronique	A B	Diminution de la douleur et amélioration de la fonction Diminution des récurrences et amélioration du taux de reprise des activités professionnelles
Arthrose des membres inférieurs	A	Diminution de la douleur et amélioration de la fonction
Polyarthrite rhumatoïde et spondylarthrite ankylosante	A B	Diminution de la douleur et amélioration de la fonction Absence d'effets délétères Amélioration de la qualité de vie (polyarthrite rhumatoïde)
Cervicalgies chroniques	B	Diminution de la douleur et amélioration de la fonction

Dans la spondylarthrite ankylosante, par rapport à l'absence de traitement, les programmes d'activité physique adaptée associant exercices spécifiques et activité physique non spécifique permettent une réduction des douleurs et une amélioration de la fonction à la fin du traitement et au cours du suivi. Par rapport aux soins usuels, les effets observés sont plus faibles. Dans la sclérodémie systémique, les programmes d'activité physique adaptée associant exercices spécifiques et activité physique non spécifique sont considérés comme un « traitement de fond ». Cependant, seules 7 études randomisées contrôlées ont évalué leur efficacité et leur tolérance. Les effectifs inclus étaient faibles et les interventions insuffisamment décrites, sauf dans une étude qui a échoué à montrer que ce type de programme était supérieur aux soins usuels pour réduire les limitations d'activité à 1 an. Dans la dermatomyosite et la polymyosite de l'enfant et de l'adulte, les programmes d'activité physique adaptée associant exercices spécifiques et activité physique non spécifique sont aussi considérés comme une modalité essentielle du traitement. Seules 7 études randomisées contrôlées ont évalué leur efficacité et leur tolérance. Ces études randomisées contrôlées suggèrent un effet positif sur les capacités aérobies, les performances musculaires et la réduction des limitations d'activité à court et moyen termes, mais elles présentent des limites méthodologiques majeures. Qu'il s'agisse des formes chroniques ou actives de la maladie, la tolérance à l'activité physique adaptée a été bonne et il n'a pas été rapporté de recrudescence des douleurs ou de signes d'activité de la maladie.

L'activité physique adaptée sous la forme de programmes structurés, supervisés ou non, associant exercices spécifiques ou activité physique non

spécifique, doit être considérée comme un traitement de fond d'action lente des pathologies ostéo-articulaires inflammatoires et non inflammatoires. Quels que soient le stade, l'activité ou la sévérité de la maladie, elle vise à réduire ou prévenir de manière secondaire ou tertiaire les déficiences et limitations d'activité spécifiques et non spécifiques à ces maladies. Malgré les difficultés méthodologiques propres aux essais d'intervention non pharmacologique, les niveaux de preuve de l'efficacité et de l'innocuité de l'activité physique adaptée à court et moyen termes sont désormais considérés comme élevés dans la lombalgie chronique, l'arthrose des membres inférieurs, la polyarthrite rhumatoïde et la spondylarthrite ankylosante. Une optimisation du contenu et du mode de délivrance de ces programmes est encore nécessaire. Les niveaux de preuve sont encore insuffisants dans les cervicalgies chroniques, le canal lombaire rétréci, l'arthrose des mains ou les connectivites. L'intérêt d'un programme structuré d'activité physique adaptée n'est pas démontré dans les cervicalgies communes et la lombalgie aiguë.

Cancers : l'activité physique apporte des bénéfices chez les patients à toutes les étapes de la maladie

En France, environ 3 millions de personnes vivent après avoir été atteints d'un cancer, et la moitié est âgé de 70 ans ou plus. Les localisations les plus fréquentes dans cette population sont le sein, la prostate et le côlon-rectum, suivies des hémopathies malignes et de l'endomètre. Après le diagnostic d'un cancer, les données de la littérature observent de façon convergente une diminution du niveau d'activité physique total et d'activité physique d'intensité élevée ainsi qu'une augmentation de la sédentarité. Par ailleurs, le surpoids, l'obésité et la prise de poids, observés pendant et après un cancer, sont associés à une augmentation du risque de récurrence de certains cancers, à une augmentation de la morbidité et de la mortalité toutes causes confondues ainsi qu'à une augmentation de risque de second cancer.

Les effets secondaires à court, moyen et long termes, variables en fonction du type de cancer, des traitements et de l'évolution de la maladie, sont nombreux et conduisent à une altération de l'état général et de la qualité de vie des patients. Les données montrent, de façon constante, un déconditionnement physique avec une altération des capacités cardiorespiratoires et une diminution de la force et de la masse musculaires. Ce déconditionnement, d'origine multifactorielle, est un facteur de mauvais pronostic et provoque chez la majorité des patients une fatigue invalidante, une diminution de la qualité de vie et une intolérance à l'exercice.

De très nombreuses méta-analyses, essais randomisés et études prospectives, qui ont étudié les effets de l'activité physique chez les patients atteints de cancer, montrent un ratio bénéfice-risque favorable de celle-ci sur les conséquences de la maladie et les effets secondaires des traitements. La plupart des études a porté sur les cancers les plus fréquents, à savoir les cancers du sein, du côlon et de la prostate, et la grande majorité a évalué l'intérêt de l'activité physique chez les personnes atteintes de cancer à un stade limité, les bénéfices de l'exercice en phase avancée et métastatique ont été peu étudiés à ce jour.

Un programme d'activité physique améliore les capacités cardiorespiratoires, la composition corporelle et la fatigue dès le début du traitement

L'ensemble des essais randomisés et méta-analyses confirment le bénéfice de l'activité physique en termes d'amélioration des capacités cardiorespiratoires et physiques et ceci lorsque le programme d'activité physique est initié au début de la chimiothérapie, dès la fin des traitements, ou à distance de ceux-ci.

Les programmes d'intensité modérée et élevée ont permis d'obtenir des résultats positifs sur l'augmentation des capacités cardiorespiratoires et leur maintien dans le temps à condition de maintenir une bonne observance des exercices et de planifier un ajustement de l'intensité des exercices dans le temps.

Des exercices physiques ciblés sur le renforcement musculaire mis en œuvre pendant et dans les suites des traitements améliorent la force des groupes musculaires sollicités, mais les résultats en termes d'impacts sur la masse musculaire sont hétérogènes.

De nombreuses méta-analyses ont montré que l'activité physique pendant et/ou après le traitement est associée à une réduction du poids, de l'IMC, et de la masse grasse. Lorsque les études se limitent aux femmes ménopausées, elles montrent un bénéfice de l'activité physique sur la diminution du pourcentage de masse grasse et un gain ou maintien de la masse musculaire.

L'ensemble des méta-analyses (> 20) ayant étudié l'impact de l'activité physique sur la fatigue rapporte de façon convergente que l'activité physique, pendant et après les traitements diminue la fatigue, notamment chez les patients porteurs de tumeurs solides, les plus étudiées étant les cancers du sein et de la prostate. Les données les plus récentes suggèrent un bénéfice plus important lorsque l'activité physique est proposée dès le début des traitements. Le bénéfice semble plus important lorsqu'elle est réalisée dans le

cadre d'un programme supervisé, comparé à l'activité physique non supervisée. L'activité physique de type aérobie, ou mixte (associant activité physique aérobie et de renforcement musculaire), semble être plus efficace sur la réduction de la fatigue que l'activité de renforcement musculaire. Les données sont en faveur d'une activité physique d'intensité modérée (10-12 MET.h/semaine). L'augmentation de l'intensité au-delà n'apporte pas de bénéfice supplémentaire en termes de fatigue, et a été inversement associée au bénéfice sur la fatigue dans certaines études.

L'activité physique pourrait jouer un rôle bénéfique pour plusieurs effets secondaires des traitements

L'activité physique régulière semble améliorer certaines douleurs liées aux cancers et aux traitements.

Chez les femmes atteintes de cancer du sein, l'activité physique pourrait prévenir la perte de la densité minérale osseuse associée à l'hormonothérapie et la ménopause précoce. Si l'activité physique n'a pas montré à ce jour de bénéfice réel dans la prévention du risque d'apparition de lymphœdème chez les patientes atteintes de cancer du sein, les études montrent de façon convergente l'absence d'une aggravation de risque de lymphœdème, et rapportent une amélioration de l'amplitude des mouvements de l'épaule après chirurgie avec curage ganglionnaire. La balance bénéfice-risque est en faveur d'une activité physique progressive et régulière en post-opératoire (exercices aérobies et de renforcement musculaire en respectant les précautions et recommandations d'hygiène de vie) (niveau de preuve A). Les délais entre chirurgie et début des exercices étaient très variables dans les études, de plusieurs jours à plusieurs semaines et ne permettent pas de formuler des recommandations. L'interdiction à pratiquer un exercice physique impliquant le membre supérieur du côté opéré n'est plus indiquée (niveau de preuve A).

Un bénéfice de l'activité physique sur la neuropathie périphérique chimio-induite a été suggéré, sur la toxicité cardiovasculaire ainsi qu'une amélioration du taux d'accomplissement des traitements (diminution de report, arrêt de traitement, ou réduction de dose).

L'activité physique pratiquée régulièrement améliore la qualité de vie

L'effet de l'activité physique sur la qualité de vie a fait l'objet de plus de 25 méta-analyses qui montrent de façon constante un bénéfice de l'exercice pratiqué régulièrement sur la qualité de vie des patients atteints de cancer,

Effets bénéfiques de l'activité physique sur les cancers

Niveau de preuve	Effet bénéfique
A	Amélioration des capacités aérobies ($\dot{V}O_2\text{max}$) pendant ou après traitement Amélioration de la force musculaire et diminution du poids, IMC et masse grasse Diminution de la fatigue pendant et après les traitements et amélioration de la qualité de vie Résultats bénéfiques des programmes aérobie ou combiné en comparaison avec des programmes de renforcement musculaire seul sur la réduction de la fatigue Pas d'effets secondaires spécifiques liés à l'exercice chez les patients atteints d'un cancer
B	Diminution du risque de récurrence, mortalité globale et spécifique après cancer du sein et du côlon
B/C	Diminution de la durée d'hospitalisation et des complications post-opératoires chez les patients atteints de cancer broncho-pulmonaire avec activité physique en pré-opératoire Amélioration des capacités fonctionnelles en situation métastatique Intensité supérieure à l'intensité modérée n'apporte pas de bénéfice supplémentaire en termes de fatigue
C	Diminution des risques de récurrence, mortalité globale et spécifique après cancer de la prostate Diminution de certaines douleurs liées aux cancers et aux traitements, neuropathie chimio-induite et toxicité cardiovasculaire, perte de densité osseuse associée à l'hormonothérapie et la ménopause précoce

que les programmes soient initiés pendant les traitements ou en post-traitement. Les résultats disponibles concernent dans la grande majorité des cas les femmes traitées pour un cancer du sein, à visée curative. La diversité des programmes d'activité physique proposés dans ces études ne permet pas aujourd'hui de définir les caractéristiques d'un programme optimal. Néanmoins, une durée du programme d'intervention supérieure à 2 mois optimise les bénéfices sur la qualité de vie. L'intensité de l'activité aérobie semble également avoir une influence, et certaines méta-analyses mettent en avant une efficacité pour des activités supérieures à 3-4 MET. L'intensité doit augmenter progressivement jusqu'à un niveau optimal qui reste encore à déterminer. Des techniques plus douces (Yoga, etc.) semblent cependant pouvoir apporter un effet bénéfique en termes de qualité de vie. Une vigilance doit être apportée pour les programmes initiés pendant la phase de traitement car l'effet semble inverse lorsque des quantités hebdomadaires d'activité physique dépassent les 20 MET.h/semaine. L'adhésion des patients aux programmes d'activité physique proposés pendant cette phase semble favorisée par une quantité d'activité physique hebdomadaire plus faible.

L'association d'un programme d'activité physique avec des techniques cognitivo-comportementales, des entretiens motivationnels en face-à-face complétés par un suivi téléphonique apparaissent comme des moyens de favoriser l'amélioration de la qualité de vie.

Chez des patients atteints de cancers du sein, du côlon et de la prostate, l'activité physique pratiquée avant ou après le diagnostic pourrait réduire la mortalité et le risque de récurrence

Les méta-analyses des études de cohorte rapportent un effet bénéfique de l'activité physique pratiquée avant ou après le diagnostic, sur la réduction de la mortalité globale et spécifique et sur le risque de récurrence chez des patients atteints de cancers non métastatiques du sein, du côlon (niveau de preuve B) et de la prostate (niveau de preuve C). Une relation dose-effet est suggérée. L'impact de l'activité physique sur la survie n'a pas fait l'objet d'essai randomisé. L'augmentation du niveau de l'activité physique post-diagnostique, par rapport au niveau pré-diagnostique, est associée à une réduction de la mortalité globale pour le cancer du sein.

Plusieurs mécanismes ont été proposés pour expliquer les effets de l'activité physique sur le développement et l'évolution tumorale, au niveau systémique et du micro-environnement tumoral. Une influence de l'activité physique sur plusieurs mécanismes ou voies de signalisation impliquées a été observée notamment celle de la sensibilité à l'insuline, des paramètres immuno-inflammatoires et de la régulation hormonale. Cependant, les données de la littérature ne permettent pas de conclure à l'existence d'un lien causal entre l'exercice et la survie des patients atteints de cancer.

Les études publiées à ce jour n'ont pas mis en évidence d'effets secondaires spécifiques liés à l'exercice chez les patients atteints d'un cancer. Deux recommandations pour la pratique clinique concluent sur la base des données de la littérature que la pratique d'une activité physique est sans risque pour les patients atteints de cancer, pendant et après les traitements, et que la fréquence des effets indésirables est similaire à celle observée chez des personnes indemnes de cancer. Une évaluation et adaptation de l'exercice sont importantes pour adapter la prescription d'activité physique aux capacités d'exercice, aux comorbidités et aux limitations relatives ou temporaires. En l'absence de limitations, une activité physique progressive et régulière d'au moins 150 min/semaine d'une intensité modérée à intense, conforme aux recommandations en population générale, est recommandée (niveau de preuve A).

Les objectifs et indications de l'activité physique peuvent varier en fonction de l'étape de la maladie et des traitements. Les données suggèrent un bénéfice de l'activité physique pré-opératoire sur la condition physique, la durée d'hospitalisation et les complications post-opératoires chez les patients atteints de cancer broncho-pulmonaire. Il est recommandé de combiner des activités de type aérobie et du renforcement musculaire et de pratiquer de manière

progressive, en augmentant progressivement la fréquence, la durée et l'intensité de l'activité physique. Pendant les traitements et la phase post-thérapeutique immédiate, l'activité physique vise à prévenir le déconditionnement physique, la perte de la masse musculaire, la prise de poids, la fatigue, la détérioration de la qualité de vie, ainsi que certains effets secondaires de la maladie. L'activité physique après traitement vise à améliorer la condition physique, la fatigue et la qualité de vie, à prévenir le développement de comorbidités et de cancers secondaires et à réduire les risques de morbidité et de mortalité sur le long terme. Chez les patients atteints d'un cancer à un stade avancé ou métastatique, l'activité physique pourrait améliorer les capacités physiques fonctionnelles. Compte tenu de la diversité des situations cliniques, les données de la littérature sont insuffisantes pour formuler des recommandations systématiques en situation palliative et la pratique de l'activité physique doit être personnalisée en fonction de l'état clinique des patients et des comorbidités.

Dépression : un programme d'activité physique apporterait des bénéfices équivalents à ceux des traitements médicamenteux ou de psychothérapie

La dépression est la maladie qui provoque le plus d'invalidité dans le monde. Le diagnostic est complexe à établir en pratique clinique comme en recherche et peut varier selon les outils utilisés (auto-questionnaire, guide d'entretien, entretien), la classification utilisée (CIM-10 *versus* DSM-IV). Les troubles dépressifs sont sous-diagnostiqués, notamment chez les personnes âgées, les travailleurs surmenés, les jeunes mères et chez les patients souffrant d'une maladie chronique.

La prévalence des troubles dépressifs concerne trois millions de personnes en France avec deux fois plus de femmes que d'hommes. La distinction entre les formes modérées et sévères, entre les formes épisodiques et chroniques est parfois difficile. Elle explique en partie l'hétérogénéité des prévalences obtenues dans les études.

En France, l'usage de médicaments antidépresseurs est très important, souvent banalisé et utilisé comme seul recours. Il concerne 5 millions de personnes et 2,5 millions pour un épisode dépressif majeur.

Un trouble dépressif augmente le risque d'adopter un mode de vie sédentaire et de diminuer le niveau d'activité physique hebdomadaire. Plus la symptomatologie dépressive évaluée avec le *Beck Depression Inventory* est sévère chez les patients souffrant d'un épisode dépressif majeur et plus leur inactivité

physique est importante. Cette association est aussi observée chez des patients ayant un trouble dépressif secondaire évalué par le *Composite International Diagnostic Interview* à une maladie d'origine organique comme l'infarctus du myocarde.

Certaines études montrent que l'inactivité physique conduit à une majoration des symptômes dépressifs.

Concernant les effets des programmes d'activité physique adaptée, plusieurs méta-analyses montrent des effets modérés à élevés sur les symptômes dépressifs. L'effet thérapeutique de programmes d'activité physique adaptée sur les troubles dépressifs est également observé chez des personnes âgées et des personnes atteintes de maladies chroniques (patients atteints d'obésité, de certaines pathologies cardiaques, patientes traitées pour un cancer du sein ou patients ayant une bronchopneumopathie chronique obstructive).

La plupart des études disponibles ont à ce jour évalué l'activité physique comme un complément d'autres thérapies, en particulier les médicaments antidépresseurs. Des essais randomisés contrôlés testent l'efficacité de programmes d'activité physique adaptée en tant qu'alternative et constatent une équivalence de bénéfices entre programme d'activité physique et médicament antidépresseur chez les patients ayant un trouble dépressif.

Après le traitement d'un épisode dépressif, une pratique physique régulière d'activité physique contribuerait à prévenir les récurrences d'épisode dépressif.

Effets bénéfiques d'un programme d'activité physique adaptée sur la dépression

Niveau de preuve	Effets bénéfiques
A	Amélioration d'un trouble dépressif Amélioration de la symptomatologie anxio-dépressive consécutive à une autre maladie chronique
B	Baisse de récurrence d'un épisode dépressif
C	Baisse des tentatives de suicide Baisse des suicides

Les effets antidépresseurs de l'activité physique relèvent à la fois de mécanismes biologiques et de processus psychosociaux. Aucun auteur n'a proposé de modèle intégré exhaustif à ce jour pour expliquer ces mécanismes. Différentes explications sont proposées :

- meilleur apport d'oxygène au système nerveux central (modèles physiologiques) ;

- influence sur la libération de cortisol et de sérotonine, stimulation des voies d'endorphine et facilitation du circuit de la récompense, facilitation de la neurogenèse dans l'hippocampe (modèles neurobiologiques) ;
 - amélioration des fonctions exécutives : planification, coordination, focalisation, et apprentissage (modèles neuropsychologiques) et modification des niveaux de conscience, notamment du corps (*body awareness*) ;
 - augmentation de la distraction, diminution des biais perceptifs/interprétatifs et diversion des pensées négatives (modèles cognitivistes) ;
 - amélioration de l'efficacité personnelle, de la valeur physique perçue, de l'estime de soi et de la participation sociale (modèles psychosociologiques).
- Enfin, l'effet placebo ne peut pas être totalement exclu.

Différentes sociétés savantes ont émis des recommandations :

- un programme d'activité physique chez les personnes touchées par des symptômes sub-syndromiques persistants ou une dépression modérée, encadrées par des professionnels compétents et comportant 3 séances par semaine de 45 à 60 minutes sur une durée de 10 à 14 semaines (*National Institute for Health and Clinical Excellence, Royaume-Uni*) ;
- une activité physique basée sur l'expérience vécue pour améliorer le bien-être et diminuer les symptômes dépressifs (*National Clinical Practice Guideline, Allemagne*) ;
- un programme d'activité physique adaptée en première intention, soit en thérapie unique pour des adultes touchés par un trouble dépressif de sévérité légère à modérée, soit en thérapeutique complémentaire aux traitements conventionnels pour les adultes souffrant d'un trouble dépressif modéré ou d'un épisode dépressif majeur (*Canadian Network for Mood and Anxiety Treatment, Canada*).

De façon globale, une tendance se dégage de la littérature en faveur de programmes d'activité physique adaptée comportant un minimum de 3 séances de 30 minutes par semaine avec des pratiques physiques mixtes (aérobic et résistance) supervisées et ceci durant 3 mois.

La prescription de programme en activité physique adaptée comme le prévoit la loi du 26 janvier 2016 de modernisation du système de santé français, en traitement exclusif ou associé d'un trouble dépressif, va nécessiter des solutions incitatives pour les patients (aide pour les transports, outils numériques engageant...) ainsi qu'une sensibilisation et formation des médecins et professionnels à l'activité physique adaptée.

Enfin, si le bénéfice thérapeutique de programmes en activité physique adaptée chez des adultes ayant un trouble dépressif est similaire à celui d'autres thérapeutiques reconnues comme les médicaments antidépresseurs et les psychothérapies en termes de réduction des symptômes, des études d'implémentations sont nécessaires pour affiner les modalités de la prescription de ces programmes. Elles permettraient de mieux préciser les effets de l'activité physique en fonction du type de trouble dépressif, des modalités d'intervention, du type de patient (âge, pathologies associées), de distinguer les effets des différentes thérapies associées à l'activité physique et de suivre les effets à moyen terme.

La standardisation de l'évaluation et de la surveillance des programmes d'activité physique permettra une amélioration des pratiques

Chez les personnes atteintes de maladies chroniques, comme nous l'avons vu, l'enjeu n'est plus seulement d'augmenter leur niveau d'activité physique hebdomadaire ou de viser un seuil de recommandation générale (par exemple, 10 000 pas par jour). Il s'agit de proposer des programmes efficaces permettant de limiter l'aggravation et les complications de leur maladie, de potentialiser les soins en améliorant l'état de santé et la durée de vie avec une bonne qualité de vie, voire dans certains cas de guérir leur maladie, et cela en toute sécurité. La littérature voit ainsi se multiplier les études testant des programmes en activité physique adaptée utilisant des pratiques corporelles individuelles ou de groupe supervisées et assistées ou non d'une nouvelle technologie. Le contexte de prescription va accélérer cette démarche de mise en œuvre de programmes santé fondés et validés par la science et encadrés par des professionnels spécialisés. Ces programmes efficaces et sûrs devront être décrits précisément, évalués et comparés en termes de bénéfices (efficacité), de risque (effets secondaires et risque d'interactions avec d'autres thérapeutiques), d'utilité (coûts/efficacité), de contrainte (fardeau supplémentaire) et de satisfaction (qualité de vie).

Mais, à ce jour, l'évaluation des programmes en activité physique adaptée comme d'autres interventions non médicamenteuses n'a pas encore atteint la rigueur de celle des médicaments. Par exemple, l'évaluation de la dose et de la nature d'activité physique n'est pas toujours satisfaisante. Si le nombre d'études comparatives montrant des bénéfices sur la santé et la qualité de vie augmente depuis le début des années 2000, elles laissent apparaître une grande hétérogénéité des méthodes et des contenus de pratique que ne manquent pas de souligner les méta-analyses. Il faut dire que ces protocoles

s'avèrent extrêmement exigeants en ressources financières, humaines et matérielles. Ils sont aussi complexes à élaborer à cause de choix à opérer entre un idéal méthodologique (renforçant la validité interne)¹⁴⁴ et une faisabilité locale (renforçant la validité externe)¹⁴⁵. Des travaux sont menés actuellement pour standardiser à un niveau international ces protocoles d'évaluation des programmes, de la conception à la restitution des résultats.

Compte tenu des bénéfices potentiels et des risques limités pour la santé des programmes en activité physique adaptée encadrés par des professionnels, certains auteurs encouragent le développement d'études d'implémentation visant à optimiser la mise en œuvre et la surveillance à moyen terme de ces programmes dans différents territoires et auprès de populations ayant des modes de vie et des cultures différentes. Ces études font appel de plus en plus souvent à des méthodologies mixtes (quantitatives et qualitatives) et des systèmes informatiques de traitement de grandes quantités de données. Elles devraient permettre d'optimiser les pratiques en activité physique et de signaler des incidents/accidents sur de larges populations de patients atteints de maladies chroniques.

144. Validité interne d'une étude. C'est la qualité de la méthode d'une étude. Elle reflète jusqu'à quel point on peut montrer que tous les aspects de la conception d'une étude et la manière dont l'étude a été menée ont pu protéger vis-à-vis de biais systématiques, de biais non systématiques et d'une erreur inférentielle.

145. Validité externe d'une étude. Elle correspond à la cohérence avec les connaissances et les données qui ne sont pas celles de l'étude (physiopathologiques, pharmacologiques, épidémiologiques).

Recommandations

Avec le vieillissement de la population et l'allongement de l'espérance de vie, le nombre de personnes atteintes d'une ou plusieurs maladies chroniques ne cesse de croître, occasionnant une augmentation de la proportion des personnes atteintes de limitations fonctionnelles qui ont des répercussions sur des activités essentielles de leur vie quotidienne, dégradant leur qualité de vie. En France, la part des personnes âgées de plus de 60 ans passera d'un quart en 2015 à un tiers en 2040. Le nombre de personnes dépendantes pourrait ainsi passer de 1,2 million en 2012 à 2,3 millions en 2060.

L'inactivité physique est l'un des quatre facteurs de risque principaux de pathologies chroniques accessibles à la prévention avec la consommation de tabac, la consommation d'alcool et une mauvaise alimentation. En France, les estimations actuelles des coûts directs (75 %) et indirects (25 %) de l'inactivité physique sont de l'ordre de 1,3 milliard d'euros, la majorité des coûts directs incombant au secteur public¹⁴⁶.

Les bénéfices de l'activité physique en prévention primaire sont reconnus (OMS¹⁴⁷, Inserm¹⁴⁸, Anses¹⁴⁹). En 2010, l'OMS a établi des recommandations de pratique d'activité en prévention primaire pour l'ensemble de la population en distinguant 3 classes d'âges (enfants et adolescents, adultes, personnes âgées). Pour la population d'adultes entre 18 et 64 ans, les recommandations de l'OMS préconisent la pratique d'au moins 150 minutes d'activité d'endurance d'intensité modérée par semaine, ainsi que d'exercices de renforcement musculaire faisant intervenir les principaux groupes musculaires au moins deux jours par semaine. La déclinaison de ces recommandations par le Programme national nutrition santé en France est de pratiquer l'équivalent d'au moins 30 minutes de marche rapide par jour.

146. Ding D, Lawson KD, Kolbe-Alexander TL, et coll. The economic burden of physical inactivity : a global analysis of major non-communicable diseases. *Lancet* 2016 Sep 24 ; 388 : 1311-24 (1 dollar = 0,95 euro).

147. Organisation mondiale de la santé (OMS). Recommandations mondiales sur l'activité physique pour la santé. Genève, Suisse : Organisation mondiale de la santé. 2010 : 60 p.

148. Inserm. Activité physique. Contextes et effets sur la santé. Collection Expertise collective. Paris : Éditions Inserm, 2008.

149. Anses. Actualisation des repères du PNNS – Révision des repères relatifs à l'activité physique et à la sédentarité.

Les bénéfices de l'activité physique chez les personnes atteintes de pathologies chroniques sont également reconnus en prévention secondaire et tertiaire, ainsi que dans le cadre du traitement de ces pathologies.

Promouvoir la pratique d'activités physiques apparaît donc comme un enjeu majeur pour prévenir à la fois l'augmentation de l'incidence des pathologies chroniques et leurs conséquences.

Si la littérature scientifique met en évidence que la pratique d'une activité physique est un élément incontournable de la prise en charge des patients, il est également acquis que les effets induits par l'activité physique ne se maintiennent que si sa pratique reste pérenne. L'enjeu aujourd'hui n'est donc plus de savoir si l'activité physique est nécessaire ou pas, mais de construire les conditions d'une pratique d'activité physique durable et adaptée en créant un environnement et un accompagnement favorable à la pratique, inscrite dans le parcours de soin, favorisant l'autonomie des personnes, et prenant en compte leur environnement social.

I. Recommandations d'action

1. Le groupe d'experts recommande la prescription de l'activité physique pour toutes les maladies chroniques étudiées et son intégration dans le parcours de soin

Les études disponibles montrent que le niveau d'activité physique des patients atteints de pathologies chroniques est inférieur à celui de la population générale non malade. La sévérité de la pathologie a un impact sur le niveau d'activité physique et la proportion de patients inactifs croît fortement avec l'importance et la sévérité des symptômes et des limitations fonctionnelles. L'analyse de la littérature fait clairement ressortir que la plupart des patients atteints de maladies chroniques aux stades les plus sévères seront ceux qui réaliseront le moins d'activité physique quotidienne, inactivité qui contribue à renforcer les limitations fonctionnelles et la dépendance.

Sur le long terme, les maladies chroniques s'accompagnent d'un déconditionnement physique à retentissement systémique (musculaire, métabolique, cardiorespiratoire, psychologique et social...) et d'une altération de la composition corporelle, en partie dus à la mobilité réduite et à la baisse de l'activité physique quotidienne. Ce déconditionnement est associé à une augmentation de la mortalité des patients, mettant clairement en évidence l'intérêt de le limiter ou mieux encore de le prévenir. Les connaissances des mécanismes physiopathologiques et moléculaires du déconditionnement

permettent aujourd'hui de poser les bases biologiques d'une régulation favorable de ce déconditionnement grâce à l'exercice.

Les bénéfices de l'activité physique en prévention secondaire ou tertiaire chez les patients atteints de pathologies chroniques sont démontrés par de nombreuses études de bonne qualité méthodologique (méta-analyses, essais contrôlés randomisés, études de cohortes). Plusieurs effets de l'activité physique sont évalués avec un niveau de preuve A, la gradation la plus élevée de l'*evidence based medicine*¹⁵⁰ (tableau ci-dessous).

Après un accident cardiaque, dans le cas d'une lombalgie chronique, chez le patient atteint de bronchopneumopathie chronique obstructive ou de cancer, notamment, le repos a longtemps été la règle, mais on assiste aujourd'hui à un véritable changement de paradigme. En effet, les données montrent que l'activité physique n'aggrave pas ces pathologies. Les effets bénéfiques de la mise en place d'une activité physique dès que possible une fois le diagnostic posé sont confirmés par les études scientifiques.

La balance bénéfice-risque de l'activité physique est très largement favorable lorsqu'elle est pratiquée en respectant les conseils et les recommandations de pratique, et en particulier en tenant compte des complications liées à la pathologie.

Le groupe d'experts considère que l'activité physique fait partie intégrante du traitement des maladies chroniques.

Le groupe d'experts recommande que la prescription d'activité physique soit systématique en première intention et aussi précoce que possible dans le parcours de soin des pathologies étudiées.

Le groupe d'experts recommande que l'activité physique soit prescrite avant tout traitement médicamenteux pour la dépression légère à modérée, le diabète de type 2, l'obésité, l'artériopathie oblitérante des membres inférieurs.

150. Ou médecine basée sur la preuve. Elle est définie comme étant une utilisation consciencieuse explicite et judicieuse des meilleures preuves actuelles, afin de prendre des décisions concernant la prise en charge personnalisée de chaque patient.

Niveaux de preuve des effets bénéfiques de l'activité physique pour les différentes pathologies

Pathologies	Niveau de preuve des effets bénéfiques de l'activité physique	
Pathologies métaboliques		
Diabète de type 2	A	↓ mortalité toutes causes, ↓ mortalité cardiovasculaire contrôle de l'équilibre glycémique (hémoglobine glyquée et sensibilité à l'insuline)
	B	↑ capacité aérobie, ↑ force musculaire contrôle du poids absence d'apparition ou d'aggravation des complications
Diabète de type 1*	A	↑ aptitude physique aérobie, amélioration du profil lipidique, ↓ de l'insulino-résistance, ↓ des besoins en insuline
	B	↓ mortalité cardiovasculaire amélioration de la fonction endothéliale, amélioration de la composition corporelle, amélioration de la qualité de vie
	B/C	↓ risque de complications microvasculaires, ↓ hémoglobine glyquée
Obésité	A	↓ masse grasse viscérale suite à un programme aérobie maintien du poids après perte initiale
	B	↓ mortalité toutes causes ↓ poids ↓ tour de taille
Pathologies cardiovasculaires		
Pathologies coronaires	A	↓ mortalité globale et cardiovasculaire et réhospitalisations ↑ qualité de vie ↑ $\dot{V}O_2$ max, ↑ force musculaire, ↓ pression artérielle, amélioration de la fréquence cardiaque de récupération et des marqueurs biologiques
Insuffisance cardiaque chronique	B	↑ qualité du sommeil, ↓ symptômes anxio-dépressifs
	A	↑ qualité de vie, ↑ $\dot{V}O_2$ max et amélioration des marqueurs biologiques
Artériopathie oblitérante des membres inférieurs	B	↓ mortalité et réhospitalisations
	A	↓ mortalité globale et cardiovasculaire ↑ distance de marche, ↑ qualité de vie, ↑ $\dot{V}O_2$ max
Accident vasculaire cérébral	C	↓ facteurs de risque cardiovasculaires et symptômes anxio-dépressifs
	A	↑ $\dot{V}O_2$ max et capacité fonctionnelle (distance de marche)
	B	↑ qualité de vie et ↑ des fonctions cognitives
Bronchopneumopathie chronique obstructive	C	↓ facteurs de risque cardiovasculaires et ↓ récidives d'AVC
	A	Effets obtenus par le réentraînement à l'effort dans le cadre de la réadaptation respiratoire : ↑ tolérance à l'effort générale (endurance, force) ; ↑ force et endurance des membres supérieurs ; ↓ dyspnée, ↑ état de santé ; ↑ qualité de vie ↓ nombre hospitalisations et de leurs durées récupération plus rapide après une exacerbation ↓ anxiété et dépression associées à la BPCO
	B	↑ survie

Asthme	A	↑ aptitude physique aérobie ($\dot{V}O_2$ max) et endurance ↑ capacité d'exercice (Puissance maximale) ↑ qualité de vie
	B	↓ symptômes (nombre de jours sans symptômes) ↓ risque de bronchospasme post-exercice ↓ hyperréactivité bronchique
	C	↑ du VEMS ↓ état inflammatoire des voies aériennes
Pathologies ostéo-articulaires		
Cervicalgie chronique	B	↓ douleur, ↑ fonction
Lombalgie chronique	A	↓ douleur, ↑ fonction
	B	↓ récurrence, ↑ reprise des activités professionnelles
Arthrose des membres inférieurs	A	↓ douleur, ↑ fonction
Rhumatismes inflammatoires	A	↓ douleur et ↑ fonction pour la polyarthrite rhumatoïde (PR) et la spondylarthrite ankylosante (SPA) Absence d'effets délétères (PR et SPA)
	B	↑ qualité de vie (PR)
Cancers	A	↑ capacité aérobie ($\dot{V}O_2$ max) pendant ou après traitement ↑ force musculaire, ↓ poids, IMC et masse grasse, ↓ fatigue pendant et après les traitements, ↑ qualité de vie
	B	↓ risque de récurrence, mortalité globale et spécifique après cancer du sein et du côlon
	B/C	↓ durée d'hospitalisation et complications post-opératoires chez les patients atteints de cancer broncho-pulmonaire avec activité physique en pré-opératoire ; ↑ capacités fonctionnelles en situation métastatique
	C	↓ risque de récurrence, mortalité globale et spécifique après cancer de la prostate, ↓ certaines douleurs liées aux cancers et aux traitements, ↓ neuropathie chimio-induite, ↓ toxicité cardiovasculaire
Pathologies mentales		
Dépression	A	↓ des symptômes dépressifs ↓ symptomatologie anxio-dépressive consécutive à une autre maladie chronique
	B	↓ rechutes ou des épisodes dépressifs ↓ tabagisme
	C	↓ suicides associés à une dépression ↑ survie
Schizophrénie *	B	Améliorations des symptômes dépressifs, ↑ qualité de vie, ↑ condition physique, ↓ obésité ou IMC
	C	Amélioration des symptômes positifs de la schizophrénie Réduction des symptômes négatifs de la schizophrénie ↓ tabagisme ↑ survie

Les niveaux de preuve sont ceux retrouvés dans la littérature, issus des classifications des différentes sociétés savantes ou évalués par les experts selon les recommandations de la HAS ; Cotation des niveaux de preuve selon les recommandations de l'HAS : A : Preuve scientifique établie ; B : Présomption scientifique ; C : Faible niveau de preuve scientifique ; * Les niveaux de preuve sont estimés à partir de la communication d'Elsa Heyman et Martine Duclos pour le diabète de type 1 et celle d'Isabelle Amado pour la schizophrénie (voir partie Communications).

2. Le groupe d'experts recommande d'adapter la prescription d'activité physique aux caractéristiques individuelles et médicales des patients

L'enjeu principal est d'adapter la pratique à l'état de santé et au traitement, aux capacités physiques, au risque médical du patient et aux ressources psychosociales du patient.

Une évaluation de la condition physique du patient est essentielle pour permettre une adaptation de la prescription et une progressivité des programmes et d'en assurer le suivi. **Le groupe d'experts recommande** d'évaluer le niveau d'activité physique du patient, par un entretien ou de faire passer des tests simples adaptés à la pratique clinique (ex. : test de marche de 6 minutes) visant à évaluer sa capacité et sa tolérance à l'exercice. Des tests plus complexes (ex. : épreuve d'effort cardiorespiratoire) sont requis pour sécuriser la pratique des personnes les plus vulnérables et peuvent être réalisés si nécessaires pour les autres, pour permettre une adaptation de la prescription en termes d'intensité de pratique. **Le groupe d'experts recommande** un suivi de l'évolution de la condition physique et de la tolérance à l'exercice pour adapter la prescription.

Individualiser la prescription d'activité physique implique de tenir compte du cadre et du type de pratique ainsi que de ses modalités (intensité, durée, fréquence) et surtout des préférences et attentes du patient qui conditionnent son intérêt et son plaisir dans la pratique de l'activité. Les pratiques proposées ne doivent pas se réduire à de simples exercices répétitifs et rébarbatifs mais doivent traduire les différentes modalités en activités physiques agréables, variées et ludiques.

Le groupe d'experts recommande de proposer le plus souvent possible des programmes personnalisés à partir de données prouvées scientifiquement (*evidence based*). L'activité physique devra ainsi être adaptée individuellement en fonction de nombreux paramètres propres à la pathologie mais aussi aux patients et à leur environnement pour favoriser une adhésion et une observance optimale de sa part, en particulier sur le long terme.

Il conviendra de tenir compte :

- des spécificités de la pathologie, niveaux de gravité, traitements et comorbidités pour préciser les contre-indications relatives du patient et des modalités générales de pratique des activités physiques (type, durée, intensité) ayant prouvé leurs efficacités ;
- des préférences (culture, expériences, histoire personnelle) et choix des patients, de leurs conditions socioéconomiques (familiales, professionnelles, matérielles) ;
- des capacités physiques évaluées par des tests validés.

3. Le groupe d'experts recommande d'associer à la prescription une démarche éducative pour favoriser l'engagement du patient dans un projet d'activité physique sur le long terme

L'enjeu principal est que le patient intègre l'activité physique dans sa vie quotidienne, ce qui implique de favoriser son engagement dès l'initiation du projet d'activité physique, le développement de son autonomie dans une pratique qui a du sens pour lui, et le maintien de sa pratique à long terme.

L'analyse de la littérature internationale montre qu'un nombre important de patients éligibles ne participe pas aux programmes proposés, et que les taux d'abandon au cours de ces programmes sont élevés. De plus, lorsqu'ils s'engagent dans la pratique, seulement un faible pourcentage de patients maintient une activité physique lors du retour à domicile, une fois les programmes supervisés achevés. Les croyances des patients relatives aux effets bénéfiques ou néfastes de l'activité physique, ainsi que les représentations qu'ils ont de leurs capacités à pratiquer une activité physique, jouent un rôle important dans leurs intentions de s'engager dans un processus de changement de comportement. La gestion des barrières et des freins à l'activité physique, notamment dans le contexte quotidien, est déterminante pour la mise en œuvre d'un projet autonome et surtout son maintien. Elle implique souvent une modification des représentations et des habitudes de vie et surtout une implication du patient dans la co-construction d'un projet d'activité physique qui a du sens pour lui et qui est adapté à ses possibilités. Ainsi le projet d'activité physique doit non seulement prendre en compte les capacités physiques et le risque médical du patient, mais aussi les choix du patient, son expérience dans les dispositifs et considérer les liens sociaux qui soutiennent sa pratique.

Le groupe d'experts recommande d'articuler les programmes d'activité physique avec les programmes d'éducation thérapeutique et d'initier toute démarche par un bilan éducatif partagé qui invite le patient à identifier ses habitudes de vie, ses besoins, possibilités, envies, les freins et les leviers, la manière dont il aimerait pouvoir être aidé. Il convient alors avec l'enseignant en activité physique adaptée ou le professionnel de santé qui mène le bilan, de fixer un objectif et d'identifier les moyens qu'il mobilisera pour l'atteindre. Des bilans de suivi permettront d'ajuster les objectifs et de renouveler les moyens pour soutenir le projet de pratique d'activité physique.

Ce bilan peut déboucher sur une orientation vers :

- un club ou une association si le patient est autonome en activité physique et dans la gestion de sa pathologie ;

- un dispositif éducatif de courte durée pour expérimenter les possibilités de pratique d'une activité physique adaptée au besoin médical et aux limitations fonctionnelles ;
- ou un dispositif éducatif en activité physique adaptée de plus longue durée (plusieurs mois) quand il est nécessaire de combler un déficit de ressources (physiques, psychologiques ou sociales).

Pour les publics les plus fragiles ou vulnérables, présentant des caractéristiques connues pour limiter ou compromettre l'adhésion et le maintien à long terme de l'activité physique (patients âgés, faible niveau socioéconomique, précarité sociale...) et/ou n'ayant pas ou peu vécu en matière d'activité physique, **le groupe d'experts préconise** un cycle éducatif en activité physique adaptée de plusieurs mois en veillant à ce que les compétences des encadrants répondent aux besoins et aux ressources de ces personnes. L'enjeu est de permettre à ces patients d'expérimenter concrètement des activités physiques adaptées à leurs possibilités et à leurs besoins, d'en ressentir les effets, de les vivre avec plaisir et de les reconnaître comme étant bénéfiques pour leur santé. L'objectif de ce cycle éducatif n'est pas tant de faire de l'exercice que de développer des ressources physiques (perception de son corps, de ses postures, identification d'indicateurs pertinents pour soi et sa santé, développement de compétences motrices), psychologiques (confiance en soi, en sa capacité à évoluer, à entrer en relation avec les autres), et sociales (s'approprier des savoirs généraux sur les activités physiques et sportives, mais aussi sur la santé et le soin, sur l'indépendance et l'autonomie).

Dès que le patient en a les ressources, **le groupe d'experts recommande** d'accompagner le patient dans la construction d'un projet de pratique d'activité physique qui a du sens pour lui dans son parcours de soins et dans son parcours de vie. L'enjeu est qu'il le poursuive à long terme.

4. Le groupe d'experts recommande de soutenir la motivation du patient dans la mise en œuvre de son projet

L'engagement des personnes atteintes de maladie chronique dans une activité physique régulière est principalement motivé par le plaisir et l'intérêt qu'elles y trouvent mais aussi par leurs croyances en termes de bénéfices perçus, aussi bien pour leur santé physique que pour leur bien-être psychologique. La perception des risques liés à la pratique, la confiance en soi ainsi que l'environnement social peuvent influencer de façon plus ou moins favorable la motivation.

Enfin, si les intentions et la planification sont le plus souvent une étape incontournable afin de permettre l'initiation de la pratique, la création de routines s'avère ensuite une nécessité pour que l'activité physique devienne un comportement adopté de façon habituelle.

Travailler sur l'ensemble de ces facteurs apparaît essentiel pour développer la motivation pour la pratique d'activité physique.

Pour favoriser le maintien de la motivation à long terme, **le groupe d'experts recommande** de s'appuyer sur une combinaison de stratégies qui seront utilisées dans le cadre d'une pratique d'activité physique supervisée, et/ou non supervisée.

Ces stratégies incluent la communication d'informations sur les effets de l'activité physique et les opportunités de pratique, la fixation d'objectifs, le monitoring et l'anticipation des barrières, le soutien social et le partage d'expériences, la réévaluation cognitive et l'entretien motivationnel. Elles peuvent être employées par différents interlocuteurs tout au long du parcours de santé (personnel soignant, médecin, psychologue, spécialiste de l'activité physique adaptée...) lors de séances en face-à-face individuelles ou collectives. Une fois connues, plusieurs d'entre elles peuvent être utilisées de façon autonome par les patients. Certaines stratégies peuvent bénéficier d'un soutien technologique (accéléromètre, réseaux sociaux, sites internet, appels téléphoniques, SMS, objets connectés santé, jeux sérieux, visioconférence...). Ces solutions technologiques ne constituent pas des interventions à part entière.

5. Le groupe d'experts recommande d'organiser le parcours du patient afin de favoriser l'activité physique à toutes les étapes de la pathologie

Les pathologies chroniques s'inscrivant sur le long terme, et dans un contexte de vieillissement de la population, la proportion de personnes atteintes de plusieurs pathologies (multimorbidité) est en augmentation. Leur prise en charge est pluridisciplinaire (traitement médical, conseils nutritionnels, activité physique adaptée, soutien psychologique et social...) et nécessite une évolution de notre système de santé historiquement centré sur le soin vers une prise en charge plus complète des individus dans laquelle développer l'autonomie du patient et améliorer sa qualité de vie sont des enjeux essentiels.

Le projet de pratique d'activité physique doit intégrer l'ensemble de la trajectoire du patient. Un des principes à respecter est de concevoir dès le début des soins (à l'hôpital ou en ville) la préparation et l'identification des éléments qui pourront être déterminants pour la poursuite d'une pratique à

domicile ou à proximité de son lieu de vie. Il s'agit de permettre au patient de mobiliser immédiatement ses capacités et s'il le souhaite, d'adopter une position active dans son parcours de soins.

Proposer des types de pratiques efficaces mais également ludiques et motivantes doit être un souci constant. Les améliorations immédiates en termes de bénéfices pour la santé peuvent être importantes, mais ne doivent pas être l'unique objectif si l'on souhaite pérenniser les effets obtenus.

Le groupe d'experts recommande d'inscrire la prescription d'activité physique dans une démarche permettant d'accompagner le patient vers une autonomie dans la pratique d'activité physique.

Pour une bonne intégration de l'activité physique au projet global de soins et d'éducation thérapeutique, l'introduction d'une intervention en activité physique adaptée dans le parcours de soins suppose une communication régulière entre l'intervenant en activité physique adaptée et les soignants. La perspective d'une pratique autonome suppose quant à elle une articulation de ces interventions éducatives avec les dispositifs de sport santé pour soutenir le passage du parcours de soins au parcours de santé et rendre possible des allers retours en cas de besoins (en phase aiguë de la maladie, par exemple). Engager un partenariat avec les structures offrant des activités physiques de loisirs (fédérations sportives, clubs, associations sport pour tous) pour l'adaptation à un public de malades chroniques est essentiel pour favoriser une pratique autonome des patients.

6. Le groupe d'experts recommande de former les médecins à la prescription d'activité physique

L'absence d'indications claires délivrées par le médecin, ou le fait de recevoir des informations contradictoires de la part de l'équipe médicale, représente un frein important à l'initiation d'une pratique d'activité physique chez les malades chroniques.

Au regard de la spécificité de l'activité physique, sa prescription demande de réelles compétences. Pourtant, actuellement, les médecins ne sont pratiquement pas formés à la prescription de l'activité physique. Il y a très peu de formations obligatoires dans les cursus des études de médecine en France, sauf dans quelques universités pionnières dans ce domaine. La plupart des formations des médecins en exercice est basée sur une démarche personnelle et s'appuie sur la formation continue. Ces besoins de formation sont pourtant identifiés par le groupe d'experts comme un besoin de toute première urgence.

780 Dans ce cadre, **le groupe d'experts recommande** :

- une généralisation de modules obligatoires relatifs à la prescription de l'activité physique dans la formation des étudiants en médecine : éducation pour la santé et en particulier bénéfices de l'activité physique sur la santé, physiologie et physiopathologie de la pratique d'activité physique, outils d'évaluation de la condition physique et du suivi de l'activité physique, intégration de l'activité physique dans une démarche d'éducation thérapeutique, connaissance des mandats des différents professionnels de l'intervention en activité physique, dispositifs d'intervention en activité physique, prise en compte des ressources culturelles, sociales et environnementales des patients et plus largement compréhension du processus d'engagement du patient ;
- une formation continue des médecins avec les mêmes objectifs que ceux de la formation initiale ;
- la participation d'experts de l'activité physique à visée de santé mais aussi d'experts de l'activité physique adaptée dans ces modules de formation, qui seront basés sur une approche résolument pluridisciplinaire ;
- le développement d'échanges et de réflexions communes entre différentes professions impliquées en faveur de la pratique de l'activité physique adaptée.

La formation à la connaissance théorique et pratique des bénéfices de l'activité physique et des dispositifs d'intervention en activité physique est nécessaire en direction de l'ensemble des professionnels de santé.

7. Le groupe d'experts recommande de former des professionnels de l'activité physique à la connaissance de la pathologie et à l'intégration de l'activité physique dans l'intervention médicale

La littérature indique que les médecins comme les malades chroniques accordent une grande importance à la formation spécialisée du professionnel. Elle garantit la sécurité du patient et l'efficacité de l'intervention par un programme et un encadrement individualisé et adapté.

La formation est par ailleurs une condition de l'intervention professionnelle dans un parcours de soins.

Le groupe d'experts recommande que les intervenants en activité physique adaptée aient été formés aux compétences suivantes :

- savoir maîtriser les interactions entre l'activité physique et la pathologie chronique dans la conception des programmes et des séances : conditions de non nuisance et de bénéficience ;
- savoir mettre en œuvre et interpréter des tests spécifiques d'activité physique (complémentaires aux tests médicaux), adaptés aux limitations des personnes, avec une compréhension des fondements théoriques ;

- savoir mettre en œuvre un bilan éducatif partagé pour engager le patient dans une démarche de projet et évaluer avec lui : sa motivation et les freins vis-à-vis de la pratique de l'activité physique, ses habitudes et conditions de vie et ses possibilités d'activité ;
- savoir concevoir et planifier un programme d'activité physique adaptée aux contre-indications et indications médicales, aux capacités et limitations de la personne, à son niveau de pratique et à ses objectifs, et développant l'autonomie de la personne ;
- savoir mettre en œuvre les programmes d'intervention en ajustant la pratique à la progression de la personne et à l'évolution de son état de santé sur la base d'évaluations pertinentes ;
- savoir développer une démarche d'éducation pour la santé ou d'éducation thérapeutique selon le niveau de qualification et/ou le moment de l'intervention dans le parcours de soins, pour permettre au patient d'intégrer les séances pratiques d'activité physique dans un projet global de réduction des situations de sédentarité et d'augmentation de l'activité physique dans la vie quotidienne ;
- savoir mobiliser les techniques de soutien de la motivation des patients et d'engagement dans son projet personnel ;
- savoir communiquer avec le patient et l'ensemble des acteurs impliqués dans le parcours personnalisé en respectant les règles de confidentialité ;
- savoir gérer ou mettre en œuvre les principes de l'éthique de la relation de soin et les intégrer dans la posture professionnelle et l'analyse des situations de travail (bienveillance, bientraitance, autonomie...) ;
- savoir gérer les conditions de sécurité de la pratique de personnes vivant avec une maladie chronique : repérer les signes avant-coureurs de malaise, maîtriser les gestes d'urgence, savoir faire face à des difficultés au cours de la pratique.

II. Recommandations de recherche

1. Le groupe d'experts recommande de promouvoir des recherches sur les modalités d'interventions et leurs effets

- ✓ Promouvoir des recherches interventionnelles sur les conditions d'implémentation

De nombreux essais cliniques ont démontré l'efficacité de l'activité physique et ses bénéfices pour la santé, que sa pratique soit réalisée dans le cadre de

programmes supervisés ou non et dans des structures hospitalières, centres de réadaptation ou à domicile, mais peu d'études évaluent sur le long terme « en conditions réelles » les conditions du maintien de la pratique d'activité physique. **Le groupe d'experts recommande** de mettre en place des études interventionnelles qui permettent d'identifier les meilleures conditions d'implémentation : évaluer par exemple les programmes d'activité physique adaptée, les compétences professionnelles mobilisées, les techniques utilisées pour favoriser l'engagement et la motivation des patients sur le long terme (bilans éducatifs partagés, techniques motivationnelles...), les conditions d'implémentation des programmes lors des phases de transition (de l'hôpital au centre de soin de suite et de réadaptation, du centre à la médecine de ville, de la médecine de ville au domicile), les dispositifs d'intervention (articulation des interventions à l'éducation thérapeutique, inscription dans le parcours de soins, articulation avec le parcours de santé, contexte institutionnel).

✓ Évaluer l'intérêt de nouvelles modalités d'exercice dans les programmes d'activité physique

La plupart des études se sont focalisées sur l'impact des exercices aérobies en prévention et traitement des maladies chroniques, d'autres modalités d'exercice (renforcement musculaire, exercices par intervalle de haute intensité et de sprint...) semblent conférer des bénéfices métaboliques et fonctionnels remarquables. **Le groupe d'experts recommande** de consolider les recherches concernant la faisabilité et le rapport bénéfice-risque et l'adhésion sur le long terme de ces modalités d'exercices dans la prise en charge des pathologies chroniques.

✓ Promouvoir des recherches sur les outils technologiques

L'évolution récente des technologies de la communication (applications et objets connectés, *serious game*...) permet de concevoir de nouvelles stratégies contribuant au maintien de la pratique d'activité physique sur le long terme. **Le groupe d'experts recommande d'évaluer** ces outils technologiques et de tester leur efficacité afin d'estimer l'intérêt de les intégrer dans le parcours des patients.

Par ailleurs, les innovations et actions de prévention qui ne prennent pas en compte les inégalités sociales de santé contribuent souvent à les aggraver¹⁵¹. **Le groupe d'experts recommande** la réalisation d'études pour analyser l'efficacité de ces nouvelles technologies selon la culture, l'âge, le niveau socio-culturel et les attentes des patients.

151. Inserm. Inégalités sociales de santé en lien avec l'alimentation et l'activité physique. Collection Expertise collective. Paris : Éditions Inserm, 2014.

✓ Évaluer les effets sur le long terme

Dans la littérature scientifique, les études démontrent des effets physiologiques et biologiques chez les patients dès 3 mois de programme d'activité physique. Néanmoins, dans la perspective d'une autonomisation du patient à long terme, il semble nécessaire d'avoir plus de résultats sur des durées d'intervention supérieures, idéalement d'un an. Il est également nécessaire de mieux prendre en compte l'acceptabilité et l'adhésion des patients aux programmes. **Le groupe d'experts recommande** : 1) des études d'intervention de longue durée avec exercices supervisés et 2) un suivi post-interventionnel sur le long terme afin de mieux évaluer la poursuite de la pratique des programmes en autonomie.

✓ Promouvoir des études sur les effets synergiques de stratégies combinées alimentation et activité physique

La plupart des recommandations des sociétés savantes associent les programmes d'activités physiques à des programmes nutritionnels. Si comme pour la pratique d'activité physique, il est rapporté des effets significatifs propres aux approches nutritionnelles dans les pathologies cardiovasculaires, métaboliques ou chez les patients atteints de cancer, très peu d'études à ce jour sont disponibles pour évaluer le potentiel synergique des deux types d'intervention dans ces pathologies. **Le groupe d'experts recommande** de promouvoir des études randomisées et contrôlées permettant une évaluation des effets synergiques des stratégies combinant programme nutritionnel et activité physique.

✓ Promouvoir des recherches sur l'utilité des interventions

Les recherches évaluant le coût-efficacité des interventions d'activité physique sont rares, en particulier pour certaines pathologies. **Le groupe d'experts recommande** d'évaluer le rapport coûts-efficacité des interventions selon la/les technique(s) utilisée(s), ou modalités dans le cadre d'essais randomisés contrôlés

✓ Améliorer la prise en compte de la diversité des patients dans les études

Peu de données sont disponibles sur les cas très sévères et chez les patients âgés (exemple : chez les patients diabétiques, les recommandations se basent sur les études avec programme individualisé et supervisé dont l'âge est souvent inférieur à 65 ans), sur les différences liées au genre, en particulier pour les pathologies cardiovasculaires.

Il s'agit aussi de : rapporter plus systématiquement les comorbidités présentes au sein des échantillons étudiés ; recueillir des données sur les catégories

socioprofessionnelles des patients dans les études pour adapter les recommandations ; recueillir de façon systématique les caractéristiques (âge, traitement...) des patients qui ne souhaitent pas participer à un programme d'activité physique. **Le groupe d'experts recommande** d'élargir les critères d'inclusion des patients afin d'avoir une meilleure représentativité de ceux-ci dans les études.

✓ Améliorer la qualité des mesures de l'activité physique

Les outils les plus utilisés actuellement pour évaluer la pratique d'activité physique sont les questionnaires. Toutefois, même validés, ils présentent des biais importants. **Le groupe d'experts recommande** d'employer plus systématiquement des mesures objectives de l'activité physique.

✓ Promouvoir les recherches sur les modalités d'intégration de l'activité physique dans le parcours de soins et ses finalités

L'offre d'intervention en activité physique peut émaner d'organisations très diversifiées : services médicaux spécialisés dans des établissements de santé, Unités transversales d'éducation, réseaux ou pôles de santé, maisons médicales pluridisciplinaires, réseaux Sport-Santé, Plateformes territoriales d'appui, fédérations sportives, entreprises privées, centres de ressources numériques... La forme de ces interventions peut varier de l'animation à l'enseignement, en passant par le coaching mais aussi l'accompagnement, dans des relations plus ou moins étroites avec l'éducation thérapeutique. Les supports d'intervention vont d'une pratique physique ou sportive en tant que pratique culturelle à l'activité physique utilitaire, en passant par des exercices programmés à des fins de santé.

Il s'agit de saisir le sens que l'activité physique peut prendre dans la trajectoire de maladie, d'identifier la manière dont cette expérience est impactée par les différentes interactions avec les différents professionnels, les pairs, la famille ; et de repérer les conditions de la construction de nouvelles normes de vie favorisant l'entrée en mouvement des patients. **Le groupe d'experts recommande** d'étudier les formes d'intervention en activité physique en posant la question de la construction de l'autonomie des individus et d'analyser les contributions de ces différentes formes d'intervention au parcours de soins du patient dans leur articulation au projet global de santé.

✓ Promouvoir des recherches sur les pratiques professionnelles d'intervention en activité physique auprès de malades chroniques

Si un groupe professionnel a fait de l'intervention en activité physique adaptée son cœur de métier, d'autres groupes professionnels se sont trouvés confrontés à la question de l'accueil de malades chroniques dans le cadre des

activités physiques et sportives qu'ils encadrent, de façon beaucoup plus récente, le plus souvent sous l'impulsion des politiques publiques et des projets institutionnels. Les nouvelles dynamiques autour de l'activité physique des malades chroniques ont étendu le champ des intervenants en activité physique à des professions paramédicales en lien avec le corps en mouvement. Ces différents groupes professionnels relèvent de formations très différentes, s'appuyant sur des savoirs pratiques et théoriques diversifiés, qu'ils concernent la pathologie, l'articulation de l'activité physique avec les besoins médicaux propres à la pathologie dans une maîtrise du rapport risques/bénéfices, la connaissance technique et réglementaire des activités physiques et sportives, l'intervention pédagogique, le parcours de soins... Il devient essentiel de repérer les compétences spécifiques et les compétences partagées, les points de collaboration au bénéfice et en toute protection de la personne vivant avec une maladie chronique dans le cadre des parcours de soins et de santé. Il s'agira d'intégrer ces analyses dans le cadre du parcours de soins et donc de porter attention aux relations de ces différents groupes professionnels à celui des médecins généralistes qui prescrivent l'activité physique. **Le groupe d'experts recommande** d'étudier les nouvelles collaborations interprofessionnelles, mais aussi les conflits de territoires et les reconfigurations qu'ils engagent dans le cadre de ces nouvelles dynamiques professionnelles.

✓ Promouvoir les recherches sur l'expérience vécue par les malades chroniques dans le cadre de dispositifs d'intervention en activité physique

Les malades chroniques passent un temps important en interaction avec des professionnels de santé et reçoivent de nombreuses recommandations les incitant à modifier leurs habitudes de vie. L'observance de ces recommandations, question récurrente dans le parcours de soins, suppose que soit comblé l'éventuel déficit de ressources sans lesquelles la pratique ne peut advenir, mais pose également la question de l'appropriation d'une pratique physique dans le cadre d'un projet de l'individu. Il devient essentiel de pouvoir saisir le sens que l'activité physique peut prendre pour ces personnes dans la trajectoire de leur maladie, d'identifier la manière dont leur expérience en activité physique est impactée par les interactions avec les différents professionnels, les pairs, la famille... dans le cadre des différentes organisations et dispositifs et de repérer les conditions de la construction de nouvelles normes de vie favorisant l'entrée en mouvement des patients. **Le groupe d'experts recommande** des études qualitatives de l'expérience vécue par les patients dans les différents dispositifs, auprès des différents professionnels et de comprendre les conditions de la transformation de la prescription médicale en un engagement dans un projet personnel.

- ✓ Promouvoir des recherches sur les effets des politiques publiques de santé en faveur de l'activité physique des personnes atteintes de maladies chroniques

Le Plan national « sport santé bien-être » a produit de nouveaux partenariats dans les 22 territoires régionaux, au service du développement d'une offre d'activité physique à visée de prévention des maladies chroniques. En développant la prescription par le médecin traitant d'une activité physique, adaptée aux patients en ALD, l'article 144 de la loi de santé publique et les outils qui l'accompagnent, visent une généralisation de la prescription de l'activité physique. Cela pose la question de l'accessibilité à cette offre de soin ou de prévention pour l'ensemble des personnes atteintes de maladies chroniques, quels que soient leur âge, leur zone géographique de résidence mais surtout leurs ressources socioéconomiques et culturelles.

Des dispositifs tentent par ailleurs de structurer l'offre d'intervention en activité physique en fonction des niveaux de sévérité de la maladie de manière à rendre possible la prescription. Il sera particulièrement précieux d'étudier la construction et la mise en œuvre du dispositif de prescription d'activité physique dans les territoires, et de saisir l'effet de la réforme territoriale (passage de 22 à 13 collectivités régionales) sur les politiques publiques. **Le groupe d'experts recommande** d'étudier la construction de l'offre d'intervention en activité physique en réponse à la prescription médicale d'activité physique, compatible avec les risques médicaux des patients en ALD et efficace en tant que prévention tertiaire. Il recommande d'étudier l'impact de ce dispositif sur les inégalités sociales de santé en examinant également les effets des formes de prise en charge financière de l'activité physique (nulle, ponctuelle, à durée déterminée) sur l'entrée dans une pratique et sur l'engagement à long terme.

2. Le groupe d'experts recommande de promouvoir des recherches sur la motivation et l'observance à long terme

- ✓ Développer des études qui ont recours de façon plus systématique à des modèles théoriques de la motivation, et mobiliser ces modèles de façon exhaustive, voire les combiner, pour donner un éclairage plus complet du phénomène de la motivation dans sa complexité.
- ✓ S'appuyer sur un rationnel théorique justifiant le choix de la/les technique(s) utilisée(s), et mesurer les processus motivationnels sous-jacents aux effets de l'intervention, afin de pouvoir tester leur statut de médiateur dans le cadre d'essais randomisés contrôlés.

- ✓ Développer des recherches sur les processus automatiques qui permettent de favoriser l'installation de routines.

3. Le groupe d'experts recommande de promouvoir des recherches sur les mécanismes d'action de l'activité physique

- ✓ Identifier de nouvelles myokines ayant un effet préventif dans le développement des maladies chroniques

Des travaux récents suggèrent que l'activité physique et la contraction musculaire induisent la sécrétion de myokines ayant des effets biologiques et des organes cibles multiples. Stimuler les recherches dans ce domaine permettrait d'identifier de nouvelles cibles potentielles dans le traitement des maladies chroniques notamment le cancer et les maladies neurodégénératives.

- ✓ Développer des recherches sur les mécanismes d'action de l'activité physique au niveau cérébral dans les pathologies chroniques

S'il est maintenant démontré que l'activité physique influence la plasticité synaptique et la neurogenèse, et qu'elle exerce un rôle sur différents neuro-médiateurs, le lien fonctionnel entre ces différents facteurs du fonctionnement cérébral et la régulation de la fonction musculaire dans les pathologies chroniques, et en particulier dans les pathologies mentales, n'est pas établi. La mise en évidence au niveau moléculaire de cette relation permettrait de préciser la nature des mécanismes du déconditionnement musculaire décrits dans ces conditions et l'impact de la fonction cérébrale sur ces mécanismes. Cela permettrait également de préciser la nature des stratégies d'entraînement à l'activité physique les plus pertinentes et les plus efficaces pour les patients atteints de maladies chroniques.

4. Le groupe d'experts recommande de promouvoir des recherches spécifiques par pathologies

Obésité et diabète

- ✓ Étudier les stratégies, les différents types d'activités physiques adaptées au patient obèse et/ou diabétique de type 2 visant à favoriser l'adhésion sur le long terme.

- ✓ Approche pragmatique des essais : promouvoir les études en « condition réelle », sur le terrain. À ce jour, nous manquons de recul sur la faisabilité des exercices intensifs intermittents sur le terrain chez les personnes obèses et les diabétiques.

✓ Dans les études où l'intervention est axée sur l'exercice, prendre en compte le contexte nutritionnel (surtout chez les personnes obèses) et médicamenteux (surtout chez les diabétiques de type 2).

La prise en charge des obèses et diabétiques de type 2 associe le plus souvent plusieurs stratégies thérapeutiques : exercice, nutrition ou approche médicamenteuse. Afin de mieux identifier les effets propres de l'activité physique, les experts recommandent de mieux prendre en compte, avec des outils adaptés et validés, l'alimentation et la médication des patients. **Les experts recommandent** également d'évaluer les impacts de l'exercice sur l'alimentation et la médication au cours de l'intervention et en post-intervention.

✓ Mieux apprécier les impacts du degré d'obésité, du déséquilibre glycémique (stratification selon l'HbA1c).

✓ Mieux apprécier le « type » d'obésité (métaboliquement sain ou non).

✓ Pour une meilleure compréhension des mécanismes, mettre en place des études chez des obèses avec obésité seule *versus* obésité avec complications, chez des diabétiques de type 2 avec ou sans complications notamment microangiopathiques.

✓ L'effet genre est rarement pris en compte lors des programmes axés sur l'exercice. C'est d'autant plus important chez les personnes obèses où la distribution de la masse grasse est différente entre hommes et femmes.

✓ Améliorer la connaissance des mécanismes explicatifs des sujets répondeurs ou non et développer des outils prédictifs.

Pathologies coronaires

✓ Mieux comprendre le délai à respecter entre l'événement aigu d'origine cardiaque et le démarrage d'une activité physique.

✓ Évaluer l'efficacité des nouvelles technologies pour lutter contre l'inobservance.

✓ Détecter et comprendre la non-réponse à l'activité physique de certains patients cardiaques.

Insuffisance cardiaque

Des études randomisées contrôlées avec des échantillons larges complémentaires sont nécessaires :

✓ Chez les insuffisants cardiaques avec dysfonction ventriculaire gauche âgés, sévères (stade IV), avec resynchronisation cardiaque ou assistance

ventriculaire chez qui les effets du réentraînement a priori bénéfiques doivent être confirmés.

- ✓ Chez les insuffisants cardiaques avec fonction ventriculaire préservée.
- ✓ Pour préciser les programmes d'entraînement optimaux chez ces patients.
- ✓ Pour améliorer l'observance de l'activité physique au long cours des patients insuffisants cardiaques.

Artériopathie oblitérante des membres inférieurs

- ✓ Du fait de la pénibilité des exercices (associant douleur et longueur des séances), travailler sur des programmes de réhabilitation vasculaire plus ludiques et évaluer leur efficacité.
- ✓ Développer des techniques adjuvantes au réentraînement à l'effort classiquement réalisé chez ces patients. Par exemple, l'étude de l'électrostimulation nerveuse transcutanée sur la distance de marche chez des patients atteints d'AOMI au stade de claudication vasculaire.

Accident vasculaire cérébral

Des études complémentaires de bonne qualité incluant de grands échantillons de patients sont indispensables, en particulier pour :

- ✓ Étudier l'effet de l'activité physique sur la mortalité, les morbidités et la fonction cognitive des patients après un accident vasculaire cérébral ;
- ✓ Préciser l'absence d'effet délétère et les bénéfices éventuels de débiter dans les 24 premières heures post-accident vasculaire cérébral la mobilisation physique ;
- ✓ Définir les modes de réentraînement optimaux chez ces patients chez qui le handicap fonctionnel individuel joue un rôle majeur.

Bronchopneumopathie chronique obstructive

- ✓ Développer des travaux scientifiques sur une meilleure compréhension des liens entre activité physique et l'état de santé des patients atteints de BPCO

Une proportion non négligeable (de 33 à 55 % selon les travaux et les variables étudiées¹⁵²) de patients se révèle non répondeurs à l'activité physique. Il importe donc de mieux comprendre les déterminants des réponses induites

par l'activité physique et leurs conditions d'efficacité. Une connaissance plus fine de ces éléments permettrait de mieux prescrire l'activité physique ou les activités physiques les plus adaptées aux problématiques spécifiques de chaque patient. Cette étape de meilleure compréhension de la physiopathologie des réponses à l'exercice physique régulier par les patients est encore un besoin crucial pour optimiser les effets positifs de l'activité physique.

✓ Mieux comprendre les déterminants de la faiblesse musculaire

Impliquée dans la qualité de vie, la capacité à réaliser de nombreux gestes de la vie quotidienne ainsi que la probabilité de survie, la faiblesse musculaire est une préoccupation majeure dans les répercussions extra-pulmonaires de la BPCO. Longtemps considérée comme un problème purement périphérique (atteinte isolée du muscle), de récents travaux ont pu mettre en évidence que cette faiblesse musculaire pouvait exister sans altération de la structure musculaire. Il existe en effet chez certains patients une activation non optimale des centres corticaux responsables de la production de force. Il importe donc de compléter le champ des connaissances sur les déterminants périphériques et centraux de la faiblesse musculaire, car les moyens de lutte sont probablement différents. La faiblesse musculaire doit être systématiquement recherchée et son origine déterminée de façon à proposer les méthodes de prise en charge les plus adaptées et les plus efficaces.

Sur les faiblesses musculaires d'origine périphérique (le muscle lui-même), le renforcement musculaire est une technique potentiellement efficace et plébiscitée par les sociétés savantes. Les modalités de prise en charge des faiblesses musculaires d'origine corticale ne sont pas encore établies. Des travaux scientifiques sont donc nécessaires afin de mieux en comprendre les déterminants et les conditions de sa réversibilité.

Pathologies ostéo-articulaires

✓ Améliorer le niveau de preuve de l'efficacité de l'activité physique adaptée pour les pathologies ostéo-articulaires pour lesquelles il est actuellement insuffisant : cervicalgies chroniques, canal lombaire rétréci, arthrose des mains et des membres supérieurs, pathologies abarticulaires et connectivites par des essais cliniques de meilleure qualité.

Garrod R, Marshall J, Barley E, Jones P. Predictors of success and failure in pulmonary rehabilitation. *European Respiratory Journal*, 2006 ; 27 : 788-794.

Walsh J, Morris N., McKeough Z, Yerkovich S, Paratz J. A Simple Clinical Measure of Quadriceps Muscle Strength Identifies Responders to Pulmonary Rehabilitation. *Pulmonary Medicine* 2014 ; 2014 : 1-8.

✓ Pour les pathologies ostéo-articulaires pour lesquelles le niveau de preuve de l'efficacité et de l'innocuité de l'activité physique adaptée est élevé (lombalgie chronique, arthrose de hanche et de genou, polyarthrite rhumatoïde et spondylarthrite ankylosante), évaluer l'intérêt de l'implémentation systématique de stratégies facilitatrices visant à améliorer la personnalisation des programmes d'activité physique adaptée, à augmenter l'adhésion et à réduire le fardeau du traitement et élaborer et valider en parallèle des outils fiables permettant de mesurer ces paramètres.

✓ En recherche fondamentale et translationnelle, développer des modèles cellulaires et animaux permettant d'évaluer les effets cellulaires et tissulaires de différents types d'activité physique dans les pathologies ostéo-articulaires afin de concevoir des programmes d'activité physique adaptée ciblant de manière plus spécifique les mécanismes physiopathologiques impliqués.

Cancer

✓ Mieux comprendre l'effet de l'activité physique sur les cancers autres que les cancers du sein, du côlon et de la prostate.

✓ Évaluer la place de l'activité physique dans la prise en charge chez des patients atteints de cancer à un stade avancé, les patients âgés et/ou ayant des comorbidités, les patients inactifs, présentant une qualité de vie détériorée, ainsi que les patients en situation précaire. Mieux documenter les caractéristiques des non-participants et évaluer de manière plus systématique les effets secondaires.

✓ Étudier l'impact de l'activité physique sur la tolérance des traitements et le taux de réalisation complète du traitement prévu.

✓ Étudier le bénéfice de l'activité physique dans la gestion des effets secondaires tels que les douleurs, la cardiotoxicité, la neuropathie chimio-induite et la densité minérale osseuse dans des études avec une puissance suffisante.

✓ Identifier les interventions les plus efficaces permettant de modifier favorablement et durablement les comportements liés à l'activité physique chez les patients atteints de cancer.

✓ Étudier l'impact de l'activité physique sur le long terme et confirmer l'impact de l'activité physique sur la réduction de la mortalité et du risque de récurrence dans des essais randomisés multicentriques ayant une puissance suffisante.

- ✓ Améliorer la compréhension des mécanismes biologiques impliqués dans l'association entre activité physique et survie et identifier et valider des marqueurs biologiques intermédiaires dans la voie causale entre activité physique et survie (*surrogate endpoints*).
- ✓ Comprendre les facteurs modifiant l'effet de l'activité physique, tels que l'IMC, la perte/prise de poids, le statut ménopausique, le statut des récepteurs hormonaux pour les cancers du sein, mais également l'interaction de l'activité physique avec l'impact métabolique des traitements (hormonothérapie, chimiothérapie).

Dépression

- ✓ Réaliser des essais cliniques évaluant l'efficacité à moyen terme de programmes en activité physique adaptés prescrits en première intention.
- ✓ Réaliser des études sur l'efficacité d'un programme d'activité physique adaptée en post-traitement pour vérifier l'efficacité d'un programme d'activité physique adaptée sur la prévention des récives à long terme.
- ✓ Mener des études d'implémentation pour potentialiser les bénéfices de programmes d'activité physique en jouant sur les contenus, les modalités d'encadrement, la formation des intervenants à la relation thérapeutique, le lieu de pratique, l'incitation financière pour les patients et l'usage de nouvelles technologies, en particulier chez les populations moins répondeuses comme les patients ayant eu un accident vasculaire cérébral, les personnes âgées vivant en résidence spécialisée et les adolescents.

Schizophrénie

- ✓ Développer des études interventionnelles avec des échantillons plus importants et mesurant plus précisément l'activité physique quotidienne des patients et la symptomatologie spécifique des patients souffrant de schizophrénie.
- ✓ Développer des études d'implémentation permettant un engagement plus régulier dans la pratique d'activité physique des patients atteints de schizophrénie.

Glossaire

Le glossaire précise le sens des termes utilisés dans cette expertise.

Activité physique : Tout mouvement corporel produit par les muscles squelettiques, responsable d'une augmentation significative de la dépense énergétique supérieure à la valeur de repos. Elle peut être caractérisée par sa durée, son intensité, sa fréquence, son contexte et ses finalités.

Activité physique adaptée : Selon le concept utilisé par le groupe d'experts, l'APA se définit comme une activité physique et sportive adaptée aux capacités de personnes à besoins spécifiques (atteintes de maladies chroniques, vieillissantes, en situation de handicap ou vulnérables), au risque médical, aux besoins et aux attentes des pratiquants et, le cas échéant, aux indications et contre-indications du médecin traitant. Elle mobilise des connaissances scientifiques pluridisciplinaires pour évaluer les ressources et les besoins spécifiques des individus et concevoir avec eux des dispositifs et des projets d'intervention qui mobilisent des compétences d'enseignement des activités physiques sportives ou artistiques adaptées à des fins de prévention, de réadaptation, de réhabilitation, de (ré)insertion, d'inclusion, d'éducation ou de participation sociale. Son objectif ne se résume pas à rendre la pratique accessible mais à créer les conditions du développement d'un projet personnel d'activité physique durable, qui s'intègre au parcours de vie des individus.

Activité physique aérobique (ou endurance) : L'entraînement aérobique définit un ensemble d'exercices cumulés de durées supérieures à 5 min à des intensités faibles à modérées généralement inférieures à 75 % de la consommation maximale d'oxygène ($\dot{V}O_2\text{max}$). L'entraînement en endurance augmente la capacité maximale aérobique ($\dot{V}O_2\text{max}$), ainsi que l'endurance et la résistance du muscle à la fatigue. Exercices de type aérobique (marche active, vélo, course à pied, ski de fond, natation...).

Activité physique de renforcement musculaire (résistance et force) : L'entraînement de résistance définit un ensemble d'exercices répétés de très courte durée (quelques secondes) à des intensités correspondant à 70-80 % d'une répétition maximale (RM). Une RM correspond à la charge maximale que l'on peut soulever, tirer ou pousser lors d'un exercice unique. L'entraînement à la force définit un ensemble d'exercices répétés de très courtes durées d'intensités proches d'une répétition maximale (1-RM).

Activités physiques ou sportives : Pratiques culturelles mettant en jeu le corps, qui regroupent des formes de pratique qui peuvent être ludiques, libres, voire très occasionnelles, ou relever d'un travail hautement spécialisé et d'un engagement poussé dans le cadre d'une « carrière ».

Capacité aérobie : terme employé au sens commun, c'est-à-dire désignant l'aptitude (innée et/ou acquise) à utiliser de façon maximale le métabolisme aérobie comme principale source d'énergie nécessaire à la contraction musculaire. Cette capacité à utiliser le métabolisme aérobie comme source principale d'énergie peut être exprimée au moyen de la consommation maximale d'oxygène ($\dot{V}O_2\text{max}$) complétée, le cas échéant par l'endurance maximale aérobie qui correspond au temps limite pendant lequel un sujet peut maintenir un effort à un haut pourcentage de sa $\dot{V}O_2\text{max}$. Elle peut être rencontrée dans la littérature sous différentes appellations : aptitude physique aérobie, aptitude cardiorespiratoire, capacité cardiorespiratoire, capacité cardiovasculaire, etc.

Capacité cardiovasculaire ou cardiorespiratoire : voir capacité aérobie

Comorbidité : La comorbidité désigne la ou les maladies qui sont associées à une maladie ou condition chronique initiale. Par exemple, les comorbidités associées à l'obésité sont le diabète, les maladies cardiovasculaires et/ou l'arthrose de la hanche...

Condition physique : La condition physique est la résultante, à un moment donné, des qualités physiques d'un sujet qui déterminent le niveau de ses performances physiques. Il existe de nombreuses classifications plus ou moins détaillées, mais elles intègrent généralement les qualités de force, vitesse (de réaction et d'exécution de mouvement), endurance, souplesse, coordination musculaire et équilibre. Il est important de mentionner que la capacité aérobie tient une part importante dans la condition physique, mais n'en est qu'un des éléments.

Consommation maximale d'oxygène : voir capacité aérobie

Coûts efficacité : Les analyses coûts/efficacité établissent un ratio entre les coûts d'une thérapeutique ou d'une action de prévention (exprimés en unité monétaire) et ses conséquences (exprimées en nombre de vies sauvées, en nombre d'années de vie sauvées, en nombre de cas de maladies guéries ou évitées, en fréquence ou durée réduite de maladie, en paramètres cliniques ou psychosocial).

Bilan éducatif partagé : Cadre qui garantit la réciprocité de l'éducation, concrétise la collaboration et l'alliance entre le professionnel et le patient.

Déconditionnement physique, clinique et psychosocial : Une maladie chronique entraîne avec le temps des répercussions qui vont bien au-delà d'une « simple » atteinte organique. Des complications dues à l'évolution de la maladie ou à des effets secondaires de traitements surviennent. À tout cela s'ajoutent une tendance au repos et un repli sur soi. Le patient est attiré par le cercle vicieux du déconditionnement physique et psychosocial. Il s'agit d'un processus psychophysiologique conduisant à l'inactivité physique. « Il agit comme un amplificateur de la vulnérabilité provoquant des situations de dépendance et une qualité de vie altérée ».

Déficiences : Altérations de la fonction organique ou de la structure anatomique tel qu'un écart ou une perte importante (Classification Internationale du Fonctionnement, du Handicap et de la Santé de l'OMS, 2001).

Éducation thérapeutique : L'éducation thérapeutique du patient est un processus continu, intégré aux soins et centré sur le patient. Il comprend des activités organisées de sensibilisation, d'information, d'apprentissage et d'accompagnement psychosocial concernant la maladie, le traitement prescrit, les soins, l'hospitalisation et les autres institutions de soins concernées, et les comportements de santé et de maladie du patient. Il vise à aider le patient et ses proches à comprendre la maladie et le traitement, coopérer avec les soignants, vivre le plus sainement possible et maintenir ou améliorer la qualité de vie. L'éducation devrait rendre le patient capable d'acquérir et de maintenir les ressources nécessaires pour gérer de façon optimale sa vie avec la maladie (OMS, 1998). L'éducation thérapeutique intégrée à l'intervention en APA (activité physique adaptée) peut notamment avoir pour objectif d'aider le patient à prendre conscience de ses habitudes de vie en termes d'activité physique et de sédentarité et leurs enjeux pour sa santé. Elle favorise le développement d'un projet personnel en réponse aux besoins et aux attentes de la personne et qui s'intègre à son projet de vie.

Essai randomisé contrôlé : L'essai randomisé contrôlé est un protocole expérimental de recherche clinique comparant un groupe expérimental dit « intervention » testant une nouvelle thérapie ou une nouvelle action de prévention santé et un groupe dit « contrôle » suivant les recommandations standards (soins courants) ou prenant un placebo. Les patients éligibles sont répartis de manière aléatoire dans les 2 groupes. Cette méthodologie expérimentale représente la démonstration la plus rigoureuse de l'efficacité d'une intervention (en termes de santé, qualité de vie, sécurité, utilité, mesurées au début et à la fin du protocole).

Exercice : Activité physique planifiée, structurée et répétée dont le but est d'améliorer ou de maintenir certaines dimensions de la condition physique.

Handicap : Terme générique qui désigne les déficiences, les limitations d'activité et les restrictions de participation (Classification Internationale du Fonctionnement, du Handicap et de la Santé de l'OMS, 2001).

Inactivité physique : L'inactivité physique est définie comme une pratique d'activité physique modérée à élevée inférieure à un seuil recommandé. Les seuils référentiels définis par l'Organisation mondiale de la santé (OMS, 2010) sont de 30 minutes d'activité physique d'intensité modérée au minimum cinq fois par semaine pour les adultes (18-64 ans), 60 minutes par jour pour les enfants et les adolescents (5-17 ans) et au moins 60 minutes par jour pour les personnes de plus de 64 ans. L'inactivité physique se distingue de la sédentarité (voir ci-dessous).

Incapacité : Toute réduction (résultant d'une déficience), partielle ou totale de la capacité d'accomplir une activité d'une façon normale, ou dans les limites considérées comme normales, pour un être humain (Classification Internationale des Déficiences, Incapacités, Handicaps de l'OMS, 1980).

Intensité de l'activité physique : L'intensité de l'activité physique est une notion complexe car les méthodes utilisées pour définir ses différents degrés (légère, modérée, intense...) sont très diverses pour des raisons méthodologiques mais également conceptuelles. Les mêmes termes peuvent recouvrir des données totalement différentes, et parfois même totalement contre-intuitives ; par exemple, une intensité définie comme « modérée » à partir d'une méthode se basant sur un multiple de la dépense énergétique de repos, pourra être subjectivement ressentie comme « élevée » selon une méthode plus subjective, tenant compte de l'aptitude physique réelle de la personne. Les termes ne sont donc en rien transférables d'une méthode à une autre (pour plus de détails, se référer au chapitre « Notions préalables »).

Intervention non médicamenteuse : Une intervention non médicamenteuse est une intervention non invasive et non pharmacologique qui vise à prévenir, soigner ou guérir un problème de santé. Elle se matérialise sous la forme d'un produit, d'une méthode, d'un programme ou d'un service dont le contenu doit être connu de l'utilisateur. Elle a un impact observable sur des indicateurs de santé, de qualité de vie, comportementaux et socioéconomiques. Sa mise en œuvre nécessite des compétences relationnelles, communicationnelles et éthiques.

Limitations d'activité : Difficultés que peut rencontrer une personne dans l'exécution d'une activité, laquelle désigne l'exécution d'une tâche ou d'une action par une personne (Classification Internationale du Fonctionnement, du Handicap et de la Santé de l'OMS, 2001).

Maladies chroniques : Les maladies chroniques sont des affections de longue durée qui en règle générale, évoluent lentement. Ces maladies recouvrent des maladies transmissibles (VIH/SIDA) et non transmissibles (pathologies cardiovasculaires, cancers et diabète) persistantes, certains troubles mentaux (dépression et schizophrénie), ainsi que les handicaps physiques permanents (amputations, cécité et affections articulaires). Les maladies chroniques se caractérisent « au-delà de leur durée par l'ampleur de leurs répercussions sur la vie quotidienne non seulement pour les patients mais aussi pour leur entourage. Cette situation bouleverse tout, de l'état de santé à la qualité de vie, des amitiés à la vie familiale, des loisirs à la vie professionnelle. Leur point commun est qu'elles retentissent systématiquement sur les dimensions sociale, psychologique et économique de la vie du malade » (OMS, 2005).

Méta-analyse : Une méta-analyse est une démarche statistique combinant les résultats d'une série d'études indépendantes ayant porté sur une même question de recherche, et qui vise à tirer une conclusion globale. Cette démarche est utilisée pour faire la synthèse d'un ensemble d'études cliniques – en particulier dans le cas d'essais randomisés contrôlés.

MET (*Metabolic Equivalent Task*) ou équivalent métabolique : Unité indexant la dépense énergétique lors de la tâche considérée sur la dépense énergétique de repos. La valeur 1 MET chiffre la dépense énergétique de repos et équivaut à une consommation de l'ordre de 3,5 ml O₂/min/kg.

Multimorbidité : Co-occurrence de deux maladies chroniques ou plus, sans prise en compte de la gravité ni des corrélations entre ces maladies.

Parcours de soin, de santé et de vie : Un parcours se définit comme la trajectoire globale des patients et usagers dans leur territoire de santé, avec une attention particulière portée à l'individu et à ses choix (Agence Régionale de Santé, 2012). Trois niveaux de prise en charge sont identifiés : les parcours de soins, qui permettent l'accès aux consultations de 1^{er} recours et, quand cela est nécessaire, aux autres lieux de soins : hospitalisation programmée ou non (urgences), hospitalisation à domicile (HAD), soins de suite et de réadaptation (SSR), unité de soins de longue durée (USLD) et établissements d'hébergement pour personnes âgées dépendantes (EHPAD) ; les parcours de santé, qui articulent les soins avec, en amont, la prévention en santé et sociale et, en aval, l'accompagnement médico-social et social, le maintien et le retour à domicile ; les parcours de vie, qui envisagent la personne dans son environnement : famille et entourage, scolarisation, prévention de la désinsertion professionnelle, réinsertion, logement... (Ministère de la santé, mars 2017).

Pratique par les données probantes (*Evidence Based Medicine*) : Le concept de médecine fondée sur les preuves ou pratique par les données probantes invite à fonder toute décision médicale sur des connaissances théoriques, le jugement et l'expérience mais aussi sur des preuves scientifiques. La notion de preuve correspond à une connaissance issue de recherches cliniques réalisées dans le domaine du traitement des maladies et qui se basent sur des résultats valides et applicables dans la pratique médicale courante.

Prévention primaire : « La prévention primaire est définie comme l'ensemble des actes destinés à diminuer l'incidence d'une maladie, donc à réduire l'apparition des nouveaux cas ou à en retarder l'âge de début » (OMS, 1948).

Prévention secondaire : La prévention secondaire « vise à diminuer la prévalence d'une maladie, soit le nombre de cas présents sur une période donnée, soit le nombre dépendant de l'incidence et de la durée de la maladie. Elle recouvre des actions destinées à agir au tout début de l'apparition du trouble ou de la pathologie afin de s'opposer à son évolution » (OMS, 1984).

Prévention tertiaire : La prévention tertiaire « intervient à un stade où il importe de diminuer la prévalence des incapacités chroniques ou des récurrences et de réduire les complications, invalidités ou rechutes consécutives à la maladie » (OMS, 1984).

Promotion de la santé : « La promotion de la santé a pour but de donner aux individus davantage de maîtrise de leur propre santé et davantage de moyens de l'améliorer. Pour parvenir à un état de complet bien-être physique, mental et social, l'individu ou le groupe doit pouvoir identifier et réaliser ses ambitions, satisfaire ses besoins et évoluer avec son milieu ou s'y adapter. La santé est donc perçue comme une ressource de la vie quotidienne, et non comme le but de la vie ; c'est un concept positif mettant l'accent sur les ressources sociales et personnelles, et sur les capacités physiques. La promotion de la santé ne relève donc pas seulement du secteur de la santé : elle ne se borne pas seulement à préconiser l'adoption de modes de vie qui favorisent la bonne santé, son ambition est le bien-être complet de l'individu » (Charte d'Ottawa, 1986).

Qualité de vie : La qualité de vie liée à la santé est un « agrégat de représentations fondées sur l'état de santé, l'état physiologique, le bien-être et la satisfaction de vie ».

Réadaptation (ou son terme anglais *rehabilitation*) : « Ensemble de mesures qui aident des personnes présentant ou susceptibles de présenter un handicap à atteindre et maintenir un fonctionnement optimal en interaction avec leur

environnement » selon l'OMS (2011), rapport mondial sur le handicap, chapitre 4. La réadaptation atténue l'impact de divers problèmes de santé. En général, elle se déroule pendant un laps de temps précis, mais elle peut reposer sur une intervention unique ou sur plusieurs interventions assurées par un thérapeute ou par une équipe de réadaptation, et être nécessaire depuis la phase aiguë ou initiale qui suit immédiatement l'identification d'un problème de santé jusqu'aux phases post-aiguë et d'entretien.

Recherche interventionnelle : La recherche interventionnelle a pour objectifs de démontrer l'efficacité des interventions, d'analyser les leviers à mobiliser, les mécanismes des interventions, leurs conditions et modalités de mise en œuvre, leur reproductibilité et durabilité.

Rééducation : Ensemble des moyens qui sont mis en œuvre afin de rétablir l'usage d'un organe, d'un membre ou d'une fonction chez une personne.

Rééducation fonctionnelle : La rééducation fonctionnelle vise à rétablir ou à compenser la perte fonctionnelle, ainsi qu'à prévenir ou ralentir la dégradation fonctionnelle dans tous les aspects de la vie d'une personne (OMS, 2012).

Restrictions de participation : Difficultés que peut rencontrer une personne dans son implication dans une situation réelle (Classification Internationale du Fonctionnement, du Handicap et de la Santé de l'OMS, 2001).

Sédentarité : La sédentarité est définie par une situation d'éveil caractérisé par une dépense énergétique faible (inférieure à 1,6 MET) en position assise ou allongée. La sédentarité, ou le comportement sédentaire, qui se distingue de l'inactivité physique (voir ci-dessus), a des effets délétères indépendants de celle-ci sur la santé.

Sport : Activité physique codifiée, dont l'entraînement et la compétition sont des moyens, et l'amélioration de la performance et le dépassement de soi, les finalités.

Tolérance à l'effort : Capacité à réaliser un exercice musculaire. La tolérance à l'effort renvoie aux différentes fonctions musculaire, respiratoire, cardiovasculaire et métabolique nécessaires pour endurer l'effort physique.

$\dot{V}O_2\text{pic}$: Plus grande valeur de consommation d'oxygène ($\dot{V}O_2$) mesurée lors d'une épreuve d'effort à charge croissante, mais sans atteinte des critères de $\dot{V}O_2\text{max}$ (notamment la présence d'un plateau de $\dot{V}O_2$ malgré l'augmentation de charge). Cette situation est généralement rencontrée en cas de limitation périphérique (muscles) et/ou quand un symptôme impose un arrêt prématuré de l'effort.

Annexe

Expertise collective Inserm : principes et méthode

L'Expertise collective Inserm¹⁵³ a pour mission d'établir un bilan des connaissances scientifiques sur un sujet donné dans le domaine de la santé à partir de l'analyse critique de la littérature scientifique internationale. Elle est réalisée à la demande d'institutions (ministères, organismes d'assurance maladie, agences sanitaires...) souhaitant disposer des données récentes issues de la recherche utiles à leurs processus décisionnels en matière de politique publique.

L'expertise collective est une mission de l'Inserm depuis 1994. Près de quatre-vingts expertises collectives ont été réalisées dans de nombreux domaines de la santé. L'Inserm est garant des conditions dans lesquelles l'expertise est réalisée (pertinence des sources documentaires, qualification et indépendance des experts, transparence du processus) en accord avec sa Charte de l'expertise qui en définit la déontologie¹⁵⁴.

Le Pôle Expertise collective Inserm rattaché à l'Institut thématique Santé publique de l'Inserm assure la coordination scientifique et technique des expertises selon une procédure établie comprenant six étapes principales.

Instruction de la demande du commanditaire

La phase d'instruction permet de préciser la demande avec le commanditaire, de vérifier qu'il existe une littérature scientifique accessible sur la question posée et d'établir un cahier des charges qui définit le cadrage de l'expertise (périmètre et principales thématiques du sujet), sa durée et son budget à travers une convention signée entre le commanditaire et l'Inserm. La demande du commanditaire est traduite en questions scientifiques qui seront discutées et traitées par les experts.

153. Label déposé par l'Inserm.

154. Charte de l'expertise Inserm accessible sur : <http://extranet.inserm.fr/integrite-scientifique>.

Constitution d'un fonds documentaire

À partir de l'interrogation des bases de données bibliographiques internationales et du repérage de la littérature grise (rapports institutionnels...), des articles et documents sont sélectionnés en fonction de leur pertinence pour répondre aux questions scientifiques du cahier des charges, puis sont remis aux experts. Ce fonds documentaire est actualisé durant l'expertise et complété par les experts selon leur champ de compétences.

Constitution du groupe multidisciplinaire d'experts

Pour chaque expertise, un groupe d'experts de 10 à 15 personnes est constitué. Sa composition tient compte d'une part des domaines scientifiques requis pour analyser la bibliographie et répondre aux questions posées, et d'autre part de la complémentarité des approches et des disciplines.

Les experts sont choisis dans l'ensemble de la communauté scientifique française et parfois internationale. Ce choix se fonde sur leurs compétences scientifiques attestées par leurs publications dans des revues à comité de lecture et la reconnaissance par leurs pairs. Les experts doivent être indépendants du partenaire commanditaire de l'expertise et de groupes de pression reconnus. Chaque expert doit compléter et signer avant le début de l'expertise une déclaration de lien d'intérêt conservée à l'Inserm.

La composition du groupe d'experts est validée par la Direction de l'Institut thématique Santé publique de l'Inserm.

Le travail des experts dure de 12 à 18 mois selon le volume de littérature à analyser et la complexité du sujet.

Analyse critique de la littérature par les experts

Au cours des réunions d'expertise, chaque expert est amené à présenter son analyse critique de la littérature qui est mise en débat dans le groupe. Cette analyse donne lieu à la rédaction des différents chapitres du rapport d'expertise dont l'articulation et la cohérence d'ensemble font l'objet d'une réflexion collective.

Des personnes extérieures au groupe d'experts peuvent être auditionnées pour apporter une approche ou un point de vue complémentaire. Selon la thématique, des rencontres avec les associations de la société civile peuvent être également organisées par le Pôle Expertise collective afin de prendre connaissance des questions qui les préoccupent et des sources de données dont elles disposent.

Synthèse et recommandations

Une synthèse reprend les points essentiels de l'analyse de la littérature et en dégage les principaux constats et lignes de force.

La plupart des expertises collectives s'accompagnent de recommandations d'action ou de recherche destinées aux décideurs. Les recommandations, formulées par le groupe d'experts, s'appuient sur un argumentaire scientifique issu de l'analyse. L'évaluation de leur faisabilité et de leur acceptabilité sociale n'est généralement pas réalisée dans le cadre de la procédure d'expertise collective. Cette évaluation peut faire l'objet d'un autre type d'expertise.

Publication de l'expertise collective

Après remise au commanditaire, le rapport d'expertise constitué de l'analyse, de la synthèse et des recommandations, est publié par l'Inserm.

En accord avec le commanditaire, plusieurs actions de communication peuvent être organisées : communiqué de presse, conférence de presse, colloque ouvert à différents acteurs concernés par le thème de l'expertise (associations de patients, professionnels, chercheurs, institutions...).

Les rapports d'expertise sont disponibles en librairie et sont accessibles sur le site Internet de l'Inserm¹⁵⁵. Par ailleurs, la collection complète est disponible sur iPubli¹⁵⁶, le site d'accès libre aux collections documentaires de l'Inserm.

155. <http://www.inserm.fr/index.php/thematiques/sante-publique/expertises-collectives>

156. <http://www.ipubli.inserm.fr>

Expertise collective

Activité physique

Prévention et traitement des maladies chroniques

Les bénéfices de la pratique d'une activité physique, adaptée si nécessaire, l'emportent sans conteste sur les risques encourus, quels que soient l'âge et l'état de santé des personnes. Face à l'augmentation de la prévalence des maladies chroniques et à leurs conséquences de plus en plus lourdes pour les patients et le système de santé, ces effets bénéfiques ont conduit à l'inscription de la « prescription » de l'activité physique adaptée dans le Code de la santé publique. L'activité physique adaptée est dorénavant considérée comme une intervention destinée à prévenir ou soigner des maladies chroniques, menée seule ou en complément d'autres traitements. Son inclusion à toutes les étapes du parcours de soin et l'accompagnement des patients vers une pratique autonome et pérenne représentent un enjeu majeur.

Cette expertise collective, sollicitée par le ministère des Sports, précise les effets bénéfiques de l'activité physique et cherche à déterminer les caractéristiques des programmes d'activité physique les plus efficaces selon les pathologies chroniques considérées. Elle vise également à identifier les déterminants et les conditions de l'adoption par les patients d'un comportement actif, pérenne et inséré dans les habitudes de vie. Le groupe d'experts multidisciplinaire propose des recommandations afin de mieux définir les modalités d'intervention et ainsi contribuer à la généralisation de la pratique chez les personnes atteintes de maladies chroniques.

 edp sciences

www.edpsciences.org



ISBN 978-2-7598-2328-4

ISSN 1264-1782

Prix : 70 €



Inserm



www.inserm.fr