

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 FCmax, 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 ($\dot{V}O_2\text{max}$) 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 $\dot{V}O_2\text{max}$. Ceci s'explique par le fait que travailler à des intensités proches du $\dot{V}O_2\text{max}$ 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 « saupoudrer » 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 accelerometer 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, second edition, 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.