

ÉNONCÉ DE PRINCIPE
DE L'AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE

"La quantité et la qualité d'exercice recommandées pour développer et maintenir la condition cardio-respiratoire et musculaire et la flexibilité chez les adultes en santé".

Med. Sci. Sports Exerc., 30(6) : 975-991, 1998. © American College of Sports Medicine, 1998.

Cet énoncé fut rédigé pour l'American College of Sports Medicine par : Michael L. Pollock, Ph.D., FACSM (président), Glenn A. Gaesser, Ph.D., FACSM (co-président), Janus D. Butcher, M.D., FACSM, Jean-Pierre Després, Ph.D., Rod K. Dishman, Ph.D., FACSM, Barry A. Franklin, Ph.D., FACSM, et Carol Ewing Garber, Ph.D., FACSM.

Traduit par Serge Dulac, Ph.D., FACSM; et François Trudeau, Ph.D.
Département des sciences de l'activité physique
Université du Québec à Trois-Rivières

RÉSUMÉ

La combinaison de la fréquence, de l'intensité et de la durée de l'exercice chronique a été trouvée comme étant efficace à produire un effet d'entraînement. L'interaction de ces facteurs fournit le stimulus de surcharge. En général, plus le stimulus est bas, plus l'effet d'entraînement est bas, et plus le stimulus est grand, plus l'effet est grand. Étant donné la spécificité de l'entraînement et le besoin de maintenir l'endurance et la force musculaire, ainsi que la flexibilité des principaux groupes musculaires, un programme d'entraînement bien rodé, incluant un entraînement en aérobic et de musculation, et des exercices de flexibilité est recommandé. Bien que l'âge en lui-même ne soit pas un facteur limitant pour l'entraînement physique, une approche plus graduelle d'appliquer la prescription aux gens plus âgés semble prudente. Il a été aussi démontré que l'entraînement en endurance aérobic à moins de 2 j.sem⁻¹, sous 40-50 % $\dot{V}O_2 R$ et pour moins de 10 min n'est généralement pas un stimulus suffisant pour développer et maintenir

la condition physique chez les adultes en santé. Cependant, plusieurs effets bénéfiques sur la santé résultant de l'activité physique peuvent être obtenus à des intensités d'exercice plus basses si la fréquence et la durée de l'entraînement sont augmentées convenablement. À cet égard, l'activité physique peut être cumulée au cours de la journée dans des périodes plus courtes d'une durée de 10 minutes.

Dans l'interprétation de cet énoncé de principe, il doit être reconnu que les recommandations doivent être utilisées selon le contexte des besoins, des objectifs personnels et des capacités initiales du participant. À cet égard, une échelle variant selon la durée allouée et l'intensité d'effort devrait être évaluée soigneusement pour les composantes cardio-respiratoire, force et endurance musculaire et flexibilité du programme. Une période appropriée d'échauffement et de retour au calme, qui inclurait des exercices de flexibilité, est aussi recommandée. Le facteur important est de planifier un programme pour l'individu afin de fournir la quantité d'activité physique appropriée et atteindre l'effet maximal au risque le plus bas. L'emphase devrait être placée sur les facteurs qui modifient de façon permanente le style de vie et encouragent l'activité physique pour la vie.

INTRODUCTION

Plusieurs personnes sont actuellement impliquées dans des programmes de conditionnement cardio-respiratoire et de musculation et dans des efforts de promotion de la participation dans toutes les formes d'activité physique qui sont développées et implantées (242). Ainsi, le besoin de lignes directrices pour la prescription d'exercice est évident. En se basant sur les évidences existantes concernant la prescription d'exercice pour les adultes en santé et le besoin de lignes directrices, l'American College of Sports Medicine (ACSM) fait les recommandations suivantes pour la quantité et la qualité d'exercice pour développer et maintenir la condition cardio-

respiratoire, la composition corporelle, la force et l'endurance musculaire et la flexibilité chez l'adulte en santé.

Condition cardio-respiratoire et composition corporelle

1. Fréquence de l'entraînement : 3-5 j.sem⁻¹.

2. Intensité de l'entraînement : 55/65 % - 90 % de la fréquence cardiaque maximale (Fc max), 40/50 % - 85 % de la consommation maximale d'oxygène de réserve ($\dot{V}O_2$ R) ou de la fréquence cardiaque maximale de réserve (Fc R)¹. Les valeurs d'intensités plus basses, i.e. 40-49 % de la $\dot{V}O_2$ R ou Fc R et 55-64 % de la Fc max sont plus applicables aux individus en très mauvaise condition physique.

3. Durée de l'entraînement : 20-60 min d'activité aérobie continue ou intermittente (minimum de périodes de 10 min accumulées au cours de la journée). La durée est dépendante de l'intensité de l'activité; ainsi, une activité d'intensité plus basse devrait être effectuée sur une plus longue période de temps (30 min ou plus) et, réciproquement, les individus s'entraînant à des niveaux d'intensité plus élevés devraient s'entraîner au moins 20 minutes ou plus. À cause de l'importance de la « condition physique totale » qui peut être atteinte plus facilement avec des séances d'exercice plus longues et à cause des risques potentiels et des problèmes de persévérance associés avec l'activité à intensité élevée, l'activité d'intensité modérée de plus longue durée est recommandée pour les adultes ne s'entraînant pas pour la compétition sportive.

4. Type d'activité : n'importe quelle activité qui utilise de gros groupes musculaires, pouvant être maintenue continuellement, et est de nature rythmique et aérobie (ex. : marche-randonnée à pied, course-jogging, cyclisme, ski de fond, danse aérobie/exercice en groupe, le saut à la corde,

¹ La fréquence cardiaque maximale de réserve (Fc R) et la $\dot{V}O_2$ max de réserve ($\dot{V}O_2$ R) sont calculées à partir de la différence entre la fréquence cardiaque de repos et maximale et la $\dot{V}O_2$ de repos et maximale, respectivement. Pour faire une estimation de l'intensité de l'entraînement, un pourcentage de cette valeur est ajouté à la fréquence cardiaque de repos et/ou à la $\dot{V}O_2$ de repos et est exprimée en pourcentage de la Fc R (127) ou de la $\dot{V}O_2$ R (236).

ramer, monter des marches, natation, patinage et diverses activités d'endurance ou leur combinaison)² (213).

Force et endurance musculaire, composition corporelle et flexibilité

1. Entraînement de musculation : L'entraînement de musculation devrait être une partie intégrale d'un programme de conditionnement physique pour adulte et avec une intensité suffisante pour augmenter la force, l'endurance musculaire, et maintenir la masse maigre (MM). L'entraînement de musculation devrait être de nature progressive, individualisé, et fournir un stimulus pour tous les principaux groupes musculaires. Une série de 8-10 exercices qui touche les principaux groupes musculaires 2-3 j•sem⁻¹ est recommandée. Un régime de plusieurs séries peut fournir de plus grands effets bénéfiques si le temps le permet. La plupart des personnes devraient compléter 8-12 répétitions de chaque exercice. Cependant, pour les personnes plus âgées et plus fragiles (approximativement 50-60 ans et plus), 10-15 répétitions peuvent être plus appropriées.

2. Entraînement de la flexibilité : Les exercices de flexibilité doivent être incorporés à un programme de conditionnement physique général afin de développer et maintenir l'amplitude de mouvement (ADM). Ces exercices doivent étirer les principaux groupes musculaires et être exécutés un minimum de 2-3 j•sem⁻¹. Les étirements doivent inclure des techniques statiques et/ou dynamiques appropriées.

² La danse aérobique fait référence à une variété d'activités comme l'aérobique à impact faible et à impact élevé et le jazz. Le terme « exercice en groupe » a été retenu pour englober un grand spectre de ces activités, comme le step aérobique, l'exercice de glisse latérale, l'aérobique en force et le spinning qui sont habituellement exécutés avec de la musique.

PRINCIPES ET FONDEMENTS SCIENTIFIQUES

Introduction

Les questions « Combien d'exercice est assez? » et « Quel type d'exercice est le meilleur pour développer et maintenir la condition physique? » sont fréquemment posées. Il est reconnu que le concept « condition physique » est composé d'une variété de caractéristiques incluses dans les grandes catégories de condition cardio-respiratoire, de composition corporelle incluant la distribution régionale de la graisse, de force et endurance musculaire, et de flexibilité. Dans ce contexte, la condition physique est définie comme la capacité d'exécuter des niveaux d'activité physique modérés à intenses sans trop de fatigue et la capacité de maintenir une telle capacité au cours de la vie (251). Il est aussi reconnu que la réponse d'adaptation à l'entraînement est complexe et inclut des facteurs périphériques, centraux, structuraux et fonctionnels (10). Bien que plusieurs de ces variables et leurs réponses d'adaptation à l'entraînement aient été documentées, le manque de données comparatives et suffisamment approfondies en ce qui a trait à la fréquence, l'intensité et la durée de l'entraînement rendent ces données inadéquates pour leur utilisation dans des modèles pour quantifier les effets bénéfiques. Alors, en ce qui a trait aux questions posées ci-dessus, la condition physique sera limitée principalement aux modifications de la condition cardio-respiratoire telle que mesurée par la consommation maximale d'oxygène ($\dot{V}O_2 \text{ max}$), le seuil lactique (SL) et la condition métabolique (voir ci-dessous); par la force et l'endurance musculaire; et la composition corporelle, qui inclut la masse corporelle totale, la masse grasse (MG), la masse maigre (MM) et la distribution régionale de la graisse. De plus, les fondements et les connaissances scientifiques utilisés pour cet énoncé de principe seront divisés en programmes pour la condition cardio-respiratoire et le contrôle du poids, pour la force et l'endurance musculaire et pour la flexibilité.

Effets bénéfiques de l'exercice sur la condition physique et sur la santé. Depuis l'énoncé de principe original qui fut publié en 1978, une distinction importante a été faite entre l'activité physique associée à la santé et celle associée à la condition physique. Cette relation a été encore

plus définie depuis l'énoncé de principe révisé de 1990 (3). Il a été signalé que la quantité et la qualité d'exercice nécessaires pour atteindre les effets bénéfiques reliés à la santé peuvent différer de ce qui est recommandé pour les effets bénéfiques sur la condition physique. Il est maintenant clair que des niveaux plus bas d'activité physique (particulièrement l'intensité) que ceux recommandés dans l'énoncé de principe de 1990 peuvent réduire le risque de certaines maladies dégénératives chroniques et améliorer la condition métabolique et pourtant peuvent ne pas être suffisants en quantité et en qualité pour améliorer la $\dot{V}O_2$ max (13, 28, 54, 55, 56, 105, 106, 145, 178). Le terme condition métabolique fut introduit par Després et coll. (52, 53) pour décrire l'état des systèmes métaboliques et des variables prédisant le risque de diabète et de maladie cardiovasculaire pouvant être modifié favorablement en augmentant l'activité physique ou l'exercice en endurance régulier sans nécessiter une augmentation de $\dot{V}O_2$ max reliée à l'entraînement.

L'ACSM reconnaît les effets bénéfiques potentiels sur la santé de l'exercice régulier exécuté plus fréquemment et pour une plus longue durée, mais à une intensité plus basse que recommandé dans les éditions antérieures de l'énoncé de principe, i.e. 40-49 % de la $\dot{V}O_2$ R et de la Fc R ou 55-64 % de la Fc max (20, 52, 53, 105, 149, 178, 179, 232). En conséquence, elle a abordé la question de la quantité appropriée d'activité physique nécessaire pour obtenir des bénéfices santé sur diverses maladies chroniques, ex., maladie coronarienne (5), hypertension (4), ostéoporose (6) et l'obésité et le contrôle du poids (2). L'ACSM a aussi développé un énoncé sur « L'Activité physique et la santé publique » avec les Centers for Disease Control and Prevention américains (181). D'autres énoncés importants sur l'activité physique et la santé ont été publiés récemment par les National Institutes of Health (172), l'American Heart Association (76) et le bureau du Surgeon's General américain (242).

Donc, l'ACSM considère maintenant l'exercice/l'activité physique pour la santé et la condition physique dans le contexte d'un continuum de dosage de l'exercice. C'est-à-dire qu'il y a un effet dose-réponse à l'exercice par lequel des effets bénéfiques sont obtenus par des quantités variées d'activité physique s'échelonnant d'approximativement 700 à 2000 kilocalories d'effort par semaine (76, 147, 179, 181, 242). Plusieurs bénéfices santé significatifs sont atteints en passant

d'un état sédentaire à un niveau minimal d'activité physique. Les programmes impliquant des intensités plus grandes et/ou des fréquences/durées plus grandes fournissent des effets bénéfiques supplémentaires (242, 248). Bien que le modèle de condition physique recommandé dans cet énoncé de principe de l'ACSM soit adaptable à une grande partie de la population adulte en santé, il a été prévu pour la portion moyenne à élevée du continuum exercice/activité physique.

Besoin de normalisation des procédures et de rapport des résultats. En dépit de l'abondance d'information sur l'entraînement de l'organisme humain, le manque de normalisation des protocoles et procédures d'évaluation, de la méthodologie en relation avec les procédures d'entraînement et le plan expérimental, et de la précision dans la documentation et le rapport de la quantité et de la qualité de l'entraînement prescrit rend l'interprétation des résultats difficile (185, 199, 247, 251). L'interprétation et la comparaison des résultats dépendent aussi du niveau initial de condition physique (44, 94, 171, 219, 223), de la durée de l'expérience d'entraînement (29, 77, 187, 189, 199, 222) et de la spécificité de l'évaluation et de l'entraînement (10, 75, 191, 199, 216). Par exemple, les données provenant des études d'entraînement utilisant des sujets avec des niveaux variés de la $\dot{V}O_2$ max, de poids corporel et de masse grasse indiquent que les modifications surviennent en relation avec leurs valeurs initiales (21, 166, 219, 223); i.e., plus le niveau initial de la $\dot{V}O_2$ max était bas, plus grand était le pourcentage d'amélioration trouvé; et plus la masse grasse était élevée, plus grande était la réduction du poids corporel et de la masse grasse. Aussi, les données évaluant la trainabilité selon l'âge, la comparaison des différentes intensités et quantités d'effort, et la comparaison de la trainabilité des hommes et des femmes peuvent avoir été influencées par les niveaux initiaux de la condition physique.

En tenant compte du fait que l'amélioration des variables de la condition physique discutées dans cet énoncé de principe puisse continuer pendant plusieurs mois d'entraînement (29, 44, 128, 199, 215, 222), il est raisonnable de croire que les études à court terme, effectuées sur quelques semaines, ont certaines limitations. Les participants sédentaires d'âge moyen et plus âgés peuvent avoir besoin de plusieurs semaines pour s'adapter aux rigueurs initiales de l'entraînement, et ainsi,

ont besoin d'une période d'adaptation plus longue pour obtenir le plein bénéfice d'un programme. Par exemple, Seals et coll. (222) ont entraîné des personnes de 60-69 ans pour une durée de 12 mois. Leurs sujets ont obtenu une amélioration de 12 % de la $\dot{V}O_2$ max après six mois d'entraînement à la marche à intensité modérée. Une autre augmentation de 18 % de la $\dot{V}O_2$ max fut observée pendant les derniers six mois d'entraînement quand le jogging fut introduit. Il est difficile de déterminer la longueur d'une expérience d'entraînement et cela dépend de l'objectif de l'étude. Pour évaluer l'efficacité des diverses intensités, fréquences et durées d'exercice sur les variables de la condition physique, une période de 15-20 semaines peut être une norme minimale adéquate. Plus de temps peut être nécessaire pour évaluer les variables reliées à la santé. Cependant, pour évaluer les adaptations à l'entraînement avec le temps, et pour faire une corrélation entre des modifications des variables, des programmes d'entraînement plus courts peuvent suffire. Bien qu'il soit difficile de contrôler les expériences d'entraînement physique pour plus de un an, il y a un besoin d'étudier cet effet. Des doses d'exercice plus basses peuvent améliorer la $\dot{V}O_2$ max et la condition métabolique, et contrôler ou maintenir la composition corporelle mais à un taux plus lent. Cependant, les études d'entraînement à long terme qui comparent divers modèles d'entraînement (volume, fréquence, durée, intensité) sont peu nombreuses ou non disponibles spécialement quand nous prenons en considération la composante métabolique de la condition physique.

Prescription d'exercice pour la condition cardio-respiratoire et le contrôle du poids

La prescription d'exercice est basée sur la fréquence, l'intensité et la durée, le type d'activité (de nature aérobie, ex. tel que décrit au point 4 ci-dessus), et le niveau initial de condition physique. Dans ce cadre, le volume total d'entraînement devient une référence importante pour améliorer la condition physique. En évaluant ces facteurs, les observations suivantes ont été obtenues des études d'une durée allant jusqu'à 6 à 12 mois avec des programmes d'entraînement en endurance.

L'amélioration de la $\dot{V}O_2$ max est directement reliée à la fréquence (7, 11, 85, 111, 112, 113, 187, 224, 225, 247), à l'intensité (7, 11, 42, 46, 94, 95, 111, 112, 113, 117, 127, 224, 247), et à la durée (7, 46, 104, 151, 166, 177, 224, 237, 239, 247, 252) de l'entraînement. Selon la quantité et la qualité de l'entraînement, l'amélioration de la $\dot{V}O_2$ max s'étend de 10 à 30 % (15, 46, 47, 82, 95, 100, 103, 111, 112, 113, 148, 151, 170, 185, 188, 199, 220, 222, 224, 229, 247, 252, 257). Ces études montrent qu'une augmentation minimale de la $\dot{V}O_2$ max de 10-15 % est généralement atteinte dans les programmes qui rencontrent les lignes directrices citées ci-dessus. Bien que des modifications de la $\dot{V}O_2$ max dépassant 30 % aient été observées, elles sont habituellement associées avec de grosses pertes de poids corporel et de masse grasse, chez des patients cardiaques, ou chez des personnes avec un niveau initial de condition physique très bas. Aussi, suite à une fatigue des jambes ou à un manque de motivation, les personnes avec un niveau initial de condition physique bas peuvent avoir des valeurs initiales de la $\dot{V}O_2$ max faussement basses. Klissouras et coll. (141) et Bouchard (27) ont montré que la variation humaine dans la trainiabilité de la $\dot{V}O_2$ max est importante et reliée au niveau actuel du phénotype ainsi qu'au niveau actuel d'activité physique. Ainsi, il y aurait un état pré-entraînement génétiquement déterminé du trait et de la capacité à s'adapter à l'entraînement physique. Ainsi, les résultats physiologiques devraient être interprétés en tenant compte de la variation génétique et de la qualité et de la quantité de l'entraînement exécuté.

Le seuil lactique (SL) est un indicateur important de l'endurance cardio-respiratoire (16, 202, 245). Le SL a été défini de diverses façons, mais nous pouvons penser généralement à la $\dot{V}O_2$ la plus élevée qui peut être maintenue sans une élévation prolongée de l'acide lactique dans le sang (245). Pour la plupart des individus non entraînés, le SL survient entre 40 % et 60 % de la $\dot{V}O_2$ max (16, 202). Un exercice sous le SL peut être considéré comme faible à modéré [évaluation de la perception de l'effort (EPE = 10-13) (24). Un exercice au-dessus du SL peut être considéré comme difficile à très difficile (EPE = 14-18), dépendant du degré où la $\dot{V}O_2$ excède le SL (63). Pour les intensités d'exercice bien au-dessus du SL (≥ 85 % de la $\dot{V}O_2$ max), la

concentration d'acide lactique monte continuellement, et la tolérance à l'exercice est compromise (245).

Le SL peut être augmenté indépendamment de la $\dot{V}O_2$ max et est fortement relié avec la capacité d'endurance (154, 245). Le SL peut être amélioré rapidement en réponse à l'entraînement (10-20 %) et semble être augmenté autant par l'entraînement à l'exercice d'intensité modérée et intense qu'à l'exercice continu et intermittent (154, 202). La perception de l'effort au SL ne change pas avec l'entraînement en endurance en dépit du fait que le SL survienne à une charge de travail et à une $\dot{V}O_2$ max absolue et relative plus élevées. Ainsi, l'EPE semble être lié plus étroitement avec l'acide lactique du sang qu'avec le % de $\dot{V}O_2$ max après l'entraînement (60).

Intensité et durée. L'intensité et la durée de l'entraînement sont interreliées, la quantité totale de travail accomplie étant un facteur important dans l'amélioration de la condition physique (32, 44, 82, 134, 137, 185, 188, 189, 195, 220, 223, 247). Bien qu'une étude plus complète soit nécessaire, l'évidence actuelle suggère que, lorsque l'exercice est exécuté au-dessus du seuil d'intensité minimum, la quantité totale d'entraînement (kcal) accomplie est un facteur important du développement (31, 44, 188, 220, 223) et du maintien (193) de la condition physique. C'est-à-dire que l'amélioration sera semblable que ce soit avec les activités exécutées à intensité plus basse et d'une durée plus longue ou avec celles à intensité plus élevée et une durée plus courte si les coûts énergétiques totaux des activités sont égaux. Ce même concept de kcal totales semble être acceptable, que le programme d'activité soit continu ou intermittent, i.e. par des périodes d'exercice plus courtes (minimum de 10 minutes) accumulées au cours de la journée (48, 68, 124). L'exercice à intensité plus élevée est associé avec un plus grand risque cardio-vasculaire (228) et de blessures orthopédiques (186, 199) et une adhérence plus faible à l'entraînement qu'avec l'exercice à une intensité plus basse (59, 160, 186, 217). Par conséquent, les programmes mettant l'emphase sur l'entraînement à intensité modérée avec une durée plus longue sont recommandés pour la plupart des adultes parce qu'une grande proportion de la population adulte est à la fois sédentaire et a au moins un facteur de risque de la maladie cardio-vasculaire (242).

L'EPE peut aussi influencer l'adhérence à un programme d'exercice (60, 62). Bien qu'aucune recherche expérimentale n'ait évalué directement les effets du EPE sur l'adoption ou le maintien de l'activité physique, plusieurs études suggèrent une interaction entre l'EPE et les niveaux préférés d'intensité d'exercice lors de l'exercice aigu (61) et chronique (139). Dans un essai randomisé d'exercice d'un an avec des adultes sédentaires d'âge moyen (139), l'adhérence à l'exercice à domicile était semblable chez les groupes assignés à des intensités d'exercice modérées (60-73 % de la Fc max) ou élevées (74-88 % de la Fc max). Cependant, les auteurs rapportent que durant l'année en question, chaque groupe a choisi des intensités qui ont régressé vers un niveau d'intensité similaire accompagné par un EPE moyen de l'exercice quotidien de 11.7 à 13.1 (assez difficile). D'autres études effectuées avec de la course/de la marche sur tapis roulant ou sur un ergocycle (60) suggèrent que les personnes préfèrent l'exercice à une intensité approximative de 60-65 % de la $\dot{V}O_2$ max indépendamment de leur histoire d'activité, alors que les coureurs de distance entraînés préfèrent une intensité de 75 % de la $\dot{V}O_2$ max. L'EPE à ces intensités est typiquement d'approximativement 12-14. La perception de l'effort peut être spécialement utile comme un auxiliaire pour la prescription d'exercice aérobie alors que les fréquences cardiaques relatives peuvent sous-estimer de 5-15 % la consommation d'oxygène relative.

Seuil d'intensité. Le seuil d'intensité d'entraînement minimal pour l'amélioration de la $\dot{V}O_2$ max et du SL est d'approximativement 40-50 % de la $\dot{V}O_2$ R ou Fc R (55-65 % de la Fc max) (117, 127). Nous devrions remarquer que l'ACSM relie maintenant la Fc R à la $\dot{V}O_2$ R plutôt qu'à un pourcentage de $\dot{V}O_2$ max. L'utilisation de la $\dot{V}O_2$ R améliore la précision de la relation, particulièrement à l'extrémité inférieure de l'échelle d'intensité (153, 180, 235, 236). Il n'est pas approprié d'associer la Fc R à un niveau de $\dot{V}O_2$ qui débute à zéro plutôt qu'à un niveau de repos. Cette modification rend ce document plus scientifiquement adéquat mais ne devrait pas avoir d'effet sur le praticien qui utilise la méthode Fc R pour la prescription d'exercice.

L'ACSM a aussi augmenté la différence estimée entre le % $\dot{V}O_2 R$ (% Fc R) et le % Fc max de 10 à 15 % pour les catégories d'intensité faible à modérée (voir Tableau 1). Ceci est basé sur la recherche de Londeree et Ames (153) et d'autres (180, 235, 236) qui montrent que la méthode Fc max sous-estime réellement la $\dot{V}O_2 R$ d'approximativement 15 %. La sous-estimation peut être plus ou moins grande selon l'âge et l'intensité de l'exercice.

La diminution de l'intensité minimale à 40 % de la $\dot{V}O_2 R$ (Fc R) et à 55 % de la Fc max représente une modification dans la recommandation de l'ACSM et reconnaît plus clairement que le seuil minimal pour améliorer la condition physique/la santé est très variable à l'extrémité inférieure de l'échelle d'intensité. Le niveau initial de condition physique affecte grandement ce seuil minimal (42, 134, 159, 219, 223). La personne ayant un niveau de condition physique très bas peut obtenir un effet d'entraînement significatif avec une fréquence cardiaque d'entraînement aussi basse que 40-50 % de la Fc R, alors que les personnes avec des niveaux de condition physique plus élevés ont besoin d'un stimulus d'entraînement plus élevé (58, 94, 224, 247). Le 50 % de la Fc R représente une fréquence cardiaque d'approximativement 130-135 battements \cdot min⁻¹ pour les jeunes personnes. À cause de la diminution de la Fc max avec l'âge, la fréquence cardiaque absolue pour atteindre ce seuil est inversement reliée à l'âge et peut être aussi basse que 105-115 battements \cdot min⁻¹ pour les personnes plus âgées (58, 100, 222).

Classification de l'intensité d'exercice. La classification de l'intensité de l'exercice et sa normalisation pour la prescription d'exercice en se basant sur une séance d'entraînement de 20 à 60 minutes a été confondante, mal interprétée et souvent prise hors contexte. Un des systèmes de classification le plus cité est basé sur la dépense énergétique (kcal \cdot min⁻¹ \cdot kg⁻¹) des tâches industrielles (67, 132). Les données originales pour ce système de classification furent publiées par Christensen (37) en 1953 et étaient basées sur la dépense énergétique du travail dans une aciérie pour une journée de 8 heures de travail. La classification des tâches industrielles et de temps de loisir en utilisant les valeurs absolues de dépense énergétique a été utile dans les milieux occupationnel et nutritionnel (1). Bien que ce système de classification ait une grande application

Tableau 1. Classification de l'intensité de l'activité physique, basée sur une activité physique d'une durée jusqu'à 60 minutes.

Intensité	Activités de type endurance							Exercice de musculation
	Intensité relative			Intensité absolue (METs) chez les adultes en santé (âge en années)				Intensité relative*
	$\dot{V}O_2 R$ (%) Fréquence cardiaque de réserve (%)	Fréquence cardiaque maximale (%)	EPE†	Jeune (20-39)	Âge moyen (40-64)	Vieux (65-79)	Très vieux (80 et +)	% de la contraction volontaire maximale
Très faible	<20	<35	<10	<2,4	<2,0	<1,6	<1,0	<30
Faible	20-39	35-54	10-11	2,4-4,7	2,0-3,9	1,6-3,1	1,1-1,9	30-49
Modérée	40-59	55-69	12-13	4,8-7,1	4,0-5,9	3,2-4,7	2,0-2,9	50-69
Élevée	60-84	70-89	14-16	7,2-10,1	6,0-8,4	4,8-6,7	3,0-4,25	70-84
Très élevée	≥85	≥90	17-19	≥10,2	≥8,5	≥6,8	≥4,25	≥85
Maximale‡	100	100	20	12,0	10,0	8,0	5,0	100

Tableau 1 fourni à titre gracieux par Haskell et Pollock.

* En se basant sur 8-12 répétitions pour les personnes âgées de moins de 50 ans et 10-15 répétitions pour les personnes âgées de 50 ans et plus.

† Échelle d'évaluation de la perception de l'effort de Borg (échelle de 6-20) (Borg, 1982).

‡ Les valeurs maximales sont les valeurs moyennes atteintes lors d'un exercice maximal chez les adultes en santé. Les valeurs d'intensité absolue (METs) sont les valeurs moyennes approximatives pour les hommes. Les valeurs moyennes pour les femmes sont approximativement 1-2 METs plus basses que celles des hommes; $\dot{V}O_2 R$ = consommation d'oxygène de réserve.

Adapté et reproduit avec la permission de U.S. Department of Health and Human Services : Physical Activity and Health : A Report of the Surgeon General. Atlanta : U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion, 1996, (242).

en médecine et, en particulier, pour les recommandations dans le contrôle du poids et le placement d'emploi, il a peu ou pas de signification dans les programmes d'entraînement physique pour la prévention et la réadaptation à moins qu'ils ne soient adaptés pour l'âge et pour les séances jusqu'à 60 minutes. Il n'est pas adéquat d'extrapoler les valeurs absolues de dépense énergétique pour compléter une tâche industrielle basée sur une journée de 8 heures de travail à des régimes d'entraînement physique de 20 à 60 minutes. Par exemple, la marche et la course peuvent être

accomplies dans une grande étendue de vitesse; ainsi, l'intensité relative devient importante dans ces conditions. Parce que les séances d'entraînement en endurance recommandés par l'ACSM pour les adultes non sportifs sont conçus pour 60 min ou moins d'activité physique, le système de classification de l'intensité d'entraînement physique montré dans le Tableau 1 est recommandé (242). L'utilisation d'une période de temps réaliste pour l'entraînement et à une intensité d'exercice relative individualisée rend ce système raisonnable pour les participants jeunes, d'âge moyen et plus âgés, ainsi que pour les patients avec une capacité d'exercice limitée (7, 196, 199, 242). Puisque certains professionnels, spécialement dans la quantification de données épidémiologiques, utilisent les équivalents métaboliques de repos (METs) pour la classification de l'intensité de l'exercice, ces valeurs ont été incluses dans le Tableau 1. Consultez Ainsworth et coll. (1) pour une liste comprenant plus de 500 activités selon leurs valeurs de MET. Bien que ces valeurs absolues semblent raisonnables, plus d'information est nécessaire pour valider ces valeurs pour les personnes plus âgées.

Le Tableau 1 décrit aussi la relation entre l'intensité relative de l'exercice basée sur le pourcentage de la F_c max, le pourcentage de la $F_c R$ ou le pourcentage de la $\dot{V}O_2 R$ et l'échelle de perception de l'effort (EPE) correspondante (24, 199, 209). L'utilisation de la fréquence cardiaque comme estimation de l'intensité de l'entraînement est la norme (7, 196, 199, 209). Il a été bien démontré qu'elle est bien reliée avec les réponses de l'acide lactique sanguin, de la fréquence cardiaque, de la ventilation pulmonaire et de la $\dot{V}O_2$ à l'exercice (209). L'EPE est considéré généralement comme un auxiliaire à la fréquence cardiaque dans le suivi de l'intensité relative d'exercice, mais une fois que la relation entre la fréquence cardiaque et l'EPE est connue, l'EPE peut être utilisée plutôt que la fréquence cardiaque (36, 199). Ceci ne serait pas le cas chez certaines populations de patients où une connaissance plus précise de la fréquence cardiaque peut être critique pour la sécurité du participant.

Seulement environ 15 % des Américains adultes participent à des activités physiques avec une intensité et une régularité suffisantes pour rencontrer les recommandations minimales de

l'ACSM pour l'amélioration ou le maintien de la condition physique (242). De plus, le taux d'abandon pour les programmes de conditionnement physique pour les adultes en santé est d'approximativement 25-35 % sur 10-20 semaines (186). Ce taux est seulement partiellement expliqué par les blessures (200). Les interventions comportementales planifiées pour augmenter l'activité physique ont rapporté une meilleure adhésion quand l'intensité de l'activité physique était ajustée à 50 % ou moins de la capacité aérobie (64). Cependant, les augmentations de l'activité physique après de telles interventions ont été semblables quelque soit la fréquence ou la durée de l'activité physique. Une étude (124) a rapporté une augmentation de l'activité physique auto-évaluée sur une période de 20 semaines quand les femmes ayant un surpoids atteignaient 40 min de marche quotidienne en plusieurs périodes de 10 minutes de marche en comparaison avec une seule période de 40 minutes à chaque jour. Cependant, la perte de poids, l'augmentation de la condition aérobie et la dépense énergétique estimée par un accéléromètre furent comparables pour les deux conditions.

Fréquence. L'amélioration de la $\dot{V}O_2$ max augmente avec la fréquence d'entraînement, mais la valeur du changement est plus petite et a tendance à plafonner quand la fréquence d'entraînement est augmentée au-dessus de 3 j•sem⁻¹ (85, 185, 247). L'augmentation supplémentaire de la $\dot{V}O_2$ max obtenue en s'entraînant plus de 5 j•sem⁻¹ est de petite à nulle (111, 112, 113, 161, 185), cependant, l'incidence de blessure augmente disproportionnellement (19, 194). S'entraîner moins de 2 j•sem⁻¹ n'amène généralement pas d'augmentation significative de la $\dot{V}O_2$ max (46, 85, 177, 185, 224, 247). La fréquence d'entraînement optimale pour améliorer le SL et la condition métabolique n'est pas connue et peut ou peut ne pas être semblable à celle qui améliore la $\dot{V}O_2$ max.

Type. Si la fréquence, l'intensité et la durée de l'entraînement sont semblables (dépense énergétique totale en kcal), les adaptations à l'entraînement semblent être indépendantes du type d'activité aérobie (152, 177, 191, 195). Par conséquent, une variété d'activités d'endurance (ex. celles énumérées au numéro 4) peuvent être utilisées pour obtenir des effets d'entraînement

comparables sur la $\dot{V}O_2$ max et la composition corporelle. Cependant, le type d'exercice a un effet spécifique au groupe(s) musculaire(s) qui est utilisé, ex. pédalage avec les bras : bras et épaules; bicyclette : cuisses (quadriceps); et jogging/marche : mollets, ischio-jambiers et fessiers (38, 140). Ainsi, l'entraînement mixte qui met l'emphasis sur l'utilisation d'une variété de gros groupes musculaires peut être bénéfique pour atteindre un effet d'entraînement plus complet.

Les activités d'endurance qui requièrent de la course et des sauts sont considérées comme des activités à impact élevé et causent généralement plus de blessures débilantes aux débutants ainsi qu'aux participants de longue date que ne le font les activités à impact faible et sans support du poids (19, 34, 138, 176, 186, 188, 194, 200, 203, 208). Cette relation entre le type d'activité et le risque de blessure est particulièrement évidente chez les personnes âgées qui ont un surpoids et chez les femmes en mauvaise condition physique (34, 126, 200). Les joggers débutants ont une augmentation de blessures aux pieds, aux jambes et aux genoux quand l'entraînement est exécuté plus souvent que $3 \text{ j}\cdot\text{sem}^{-1}$ et plus longtemps que 30 minutes par séance d'exercice (135). L'entraînement par intervalle à haute intensité (course-marche) comparé à l'entraînement de jogging continu était aussi associé avec une incidence plus élevée de blessures (124, 136). Alors, l'attention doit être élevée lors de la recommandation de ce type d'activité chez le participant débutant. Les blessures orthopédiques reliées à la sur-utilisation augmentent proportionnellement à la pratique de cette activité chez les coureurs/joggers (19, 203). Plusieurs études ont démontré que les femmes qui débutent un programme d'exercice ont plus de blessures orthopédiques des membres inférieurs que les hommes lorsqu'elles participent à un exercice à impact élevé (34, 126, 200). Ces taux de blessure semblent être approximativement deux fois plus élevés chez les jeunes femmes en comparaison aux jeunes hommes et autant que quatre fois plus élevé chez les femmes que chez les hommes plus âgés. Bien que plus d'information soit nécessaire pour confirmer le mécanisme exact de cette différence, il semble que le manque de masse musculaire dans les membres inférieurs et un angle Q^3 plus grand chez la femme la rende plus susceptible aux

³ L'angle Q est habituellement mesuré comme l'angle entre une ligne reliant la partie supérieure antérieure de la crête iliaque et le milieu de la rotule, et une ligne entre le milieu de la rotule et le tubercule tibial antérieur.

blessures. Aussi, être en mauvaise condition physique, avoir un surpoids et l'existence d'une blessure antérieure sont associés à des augmentations de l'incidence de blessures supplémentaires à la fois chez les hommes et les femmes (19, 126, 203, 243). Bien que ce ne soit pas encore confirmé, la participation à un entraînement de musculation avant de débiter des activités à impact modéré à élevé peut atténuer ce problème. Ainsi, il y a un besoin de plus d'études concernant l'effet des différents types d'activités, de la quantité et la qualité de l'exercice et du taux de progression de l'entraînement, sur les blessures lors d'une participation à court terme ou à long terme.

Un entraînement de musculation ne devrait pas être considéré comme un des principaux moyens pour développer la $\dot{V}O_2$ max mais il a une valeur significative pour augmenter la force et l'endurance musculaire, la masse maigre et les fonctions physiologiques (50, 72, 73, 74, 89, 167, 250). Les études évaluant l'entraînement en circuit avec des poids (entraînement de musculation effectué presque continuellement avec des charges modérées, utilisant 10 à 15 répétitions par exercice avec pas plus de 15-30 secondes de repos entre les exercices) montrent une amélioration moyenne de la $\dot{V}O_2$ max de 6 % (86, 87, 88, 121, 165, 254). L'entraînement en circuit avec des poids quand il est entremêlé avec de courtes périodes (1-2 min) de course a occasionné une augmentation dépassant 15 % de la $\dot{V}O_2$ max (90). Ainsi, l'entraînement en circuit avec des poids n'est pas recommandé comme la seule activité utilisée dans les programmes d'exercice pour développer la $\dot{V}O_2$ max ou la condition métabolique.

Bien que les exercices de musculation puissent n'occasionner que des augmentations petites à modestes de la $\dot{V}O_2$ max ils améliorent la force et l'endurance musculaire et les fonctions physiologiques (74, 89, 110). Par exemple, Hickson et coll. (110) ont étudié un exercice à résistance élevée ayant comme principal objectif de renforcer les muscles quadriceps. Après 10 semaines d'entraînement, le temps d'endurance sous-maximale sur une bicyclette ergométrique a augmenté de 47 % bien que la $\dot{V}O_2$ max a augmenté de seulement 4 %. Ces résultats ont des implications importantes parce que plusieurs tâches de loisir et de travail requièrent de lever,

déplacer ou de transporter une charge constante. Parce que l'ampleur de la réponse pressive à un exercice de musculation est proportionnelle au pourcentage de la contraction volontaire maximale (CVM) (157), ainsi qu'à la masse musculaire impliquée (157, 168), une augmentation de la force fera qu'un participant travaillera à un pourcentage plus bas de la CVM pour une charge donnée.

Âge. L'âge en soi ne semble pas être une barrière pour l'entraînement en endurance aérobie ou de musculation (73, 100, 207, 210). L'augmentation relative de la $\dot{V}O_2$ max suite à un entraînement en endurance chez la personne âgée est semblable à celle rapportée chez les adultes jeunes et d'âge moyen (12, 15, 100, 103, 144, 164, 170, 192, 226, 227), et il ne semble pas avoir de différence entre les sexes dans la réponse à l'entraînement (100, 144, 174). Bien que certaines études plus anciennes aient montré un effet d'entraînement plus bas chez les participants âgés (17, 57), cette valeur plus basse était principalement attribuée à des stimuli d'entraînement inadéquats (intensité et/ou durée de l'entraînement) (17, 57), à un programme d'entraînement trop court, ou aux deux (17, 57, 222). Les participants plus âgés peuvent avoir besoin de plus longues périodes de temps pour progresser et s'adapter à un entraînement en endurance (222), mais ceci n'a pas été confirmé par tous les chercheurs (169). La variabilité dans les âges et les niveaux initiaux de condition physique des participants et dans la quantité et la qualité de l'entraînement rend difficile l'interprétation de ces résultats. Une étude plus poussée sur le taux de modification de la condition cardio-respiratoire et métabolique des gens âgés et d'âge moyen est nécessaire. Des améliorations du SL ont été démontrées chez les personnes âgées suite à des programmes d'entraînement à court et long terme (16, 154).

Bien que la $\dot{V}O_2$ max diminue et que le poids corporel et la masse grasse augmentent avec l'âge, l'évidence suggère que ces tendances puissent être modifiées favorablement par l'entraînement en endurance (33, 128, 129, 130, 131, 199, 207, 240). La réduction de la $\dot{V}O_2$ max qui survient avec l'âge a varié beaucoup dans la littérature, s'échelonnant de 0 % à 34 % par décennie (33, 66, 107, 130, 131, 174, 211). Après l'âge de 25-30 ans, les adultes sédentaires éprouvent généralement une réduction de 9-15 % de la $\dot{V}O_2$ max par décennie. Bien que cette

diminution puisse être atténuée chez les athlètes entraînés en endurance à approximativement 5 % par décennie (33, 66, 133, 197, 240), cette valeur n'a pas été confirmée dans des études longitudinales récentes (101, 201, 241). L'hypothèse antérieure était basée sur une étude à court terme (< 10 ans) ou sur des données transversales (49, 107). Les données longitudinales actuelles (suivi de 20 ans et plus) sur les individus entraînés en endurance, dont certains étaient encore compétitifs au niveau élite, montrent une réduction ~ 10-15 % de la $\dot{V}O_2$ max par décennie (101, 201, 241). Des études de suivi dans lesquelles les participants continuaient à s'entraîner à un niveau semblable pour 10 ans ou plus montrèrent un maintien de la condition cardio-respiratoire (9, 129, 131, 197). Le consensus tiré de ces études à long terme est qu'il est difficile pour les individus très entraînés de continuer leur entraînement à intensité élevée au même niveau pendant 10-20 ans. Ainsi, la $\dot{V}O_2$ max est réduite significativement, mais leurs valeurs sont à un niveau plus élevé que les personnes sédentaires de même âge (101, 201, 241). Ainsi, les habitudes de vie, la présence de blessures et l'état de santé, jouent un rôle important dans le maintien de l'entraînement et de la condition physique et la réduction de l'incapacité (9, 71, 129, 131, 197). Des recherches plus poussées sur la relation de l'entraînement à long terme (quantité et qualité), à la fois pour les compétiteurs et les non compétiteurs, avec les fonctions physiologiques et le vieillissement sont nécessaires avant que des prises de position plus définitives ne puissent être faites.

La force musculaire et la masse maigre diminuent avec l'âge, bien qu'il y ait une variabilité du taux de diminution dans divers groupes musculaires (118, 210). Il y a une diminution de la force musculaire d'approximativement 30 % entre 20 et 75 ans à la fois chez les hommes et les femmes avec la plus grande partie de la perte de force survenant après 50 ans et après la ménopause (10, 184, 210), bien que l'hormonothérapie de remplacement puisse atténuer cette perte chez les femmes (184, 210). Il y a peu de données disponibles sur la diminution de la force et de la masse maigre chez les personnes plus âgées que 75 ans, mais après 80 ans, il semble que la force et la masse maigre diminuent à un taux plus grand que ce qui a été antérieurement décrit pour les personnes de 50 à 75 ans (210). Les études longitudinales examinant la relation

entre les niveaux d'activité physique, la force musculaire, la masse maigre et le vieillissement n'étant généralement pas disponibles, il est difficile de déterminer si l'entraînement de musculation ou d'un autre type modifie la perte de force dans le temps. Une étude de Pollock et coll. (197) a montré une diminution de 2 kg de la masse maigre chez les athlètes de piste plus vieux qui maintenaient leur $\dot{V}O_2$ max lors d'un suivi de 10 ans. Lors d'un suivi de 20 ans (âge, 70.4 ± 8.8 ans), ceux qui participaient à un programme de musculation maintenaient leur masse maigre entre les années 10-20 (190). Cependant, plusieurs études ont démontré des augmentations significatives de la force et une hypertrophie musculaire (masse maigre) suite à un entraînement de musculation chez les participants âgés en santé et fragiles (35, 73, 74, 100, 122, 162, 163, 205). L'ampleur relative des augmentations de force chez les personnes âgées semble être semblable ou plus élevée que pour les sujets plus jeunes, même quand les différences de force initiale étaient prises en considération (74, 81, 100, 162, 210).

Différences entre les sexes. Il y a de nombreuses différences morphologiques et physiologiques entre les hommes et les femmes qui influencent la condition physique et la performance à l'exercice (246). Les femmes ont un volume sanguin plus petit, moins de globules rouges, et moins d'hémoglobine, ce qui cause une capacité de transport de l'oxygène et diminue leur capacité d'augmenter leur différence artério-veineuse en O_2 . Un cœur plus petit occasionne une fréquence cardiaque plus élevée au repos et lors de l'exercice sous-maximal, un volume d'éjection systolique et un pouls oxygéné plus bas chez les femmes. La $\dot{V}O_2$ max est plus basse chez les femmes que chez les hommes principalement à cause d'un débit cardiaque plus bas. Les différences entre les sexes pour la $\dot{V}O_2$ max sont grandement réduites lorsqu'elles sont corrigées pour la masse maigre (246). La distribution des types de fibres musculaires est semblable entre les sexes, mais les femmes ont des fibres musculaires moins nombreuses et plus petites. La composition corporelle est significativement différente chez les femmes. Les femmes ont une masse maigre et une densité minérale osseuse (DMO) plus basses et un pourcentage de masse grasse plus élevé. Cependant, quand la force est normalisée pour la masse maigre, les différences entre les sexes deviennent plus petites et disparaissent pour les membres inférieurs (246, 250).

En dépit de plusieurs différences biologiques, il ne semble pas y avoir de différences entre les sexes dans l'ampleur de l'amélioration de la $\dot{V}O_2$ max avec l'entraînement en endurance (78, 84, 100, 144, 161, 169, 183, 220, 246), et les effets de l'entraînement ne semblent pas affectés par l'état menstruel (207, 246, 250). Les études chez la femme ont appliqué généralement les principes d'entraînement dérivés des études chez l'homme, et il est clair que les femmes et les hommes participant dans des programmes d'entraînement comparables obtiennent des améliorations semblables de la $\dot{V}O_2$ max et de la force et de l'endurance musculaire (100, 144, 210, 246). De plus, les améliorations relatives suite à un entraînement de musculation sont semblables chez les hommes et les femmes (45, 100, 210, 233). Parce qu'il y a peu d'études chez les femmes qui ont examiné la quantité et la qualité de l'exercice (38, 134, 169, 231), il est difficile de déterminer si les recommandations basées sur les sujets masculins sont optimales pour les sujets féminins. Une étude plus poussée sur la qualité et la quantité de l'entraînement en endurance et en musculation chez les femmes est nécessaire avant que des recommandations plus définitives ne puissent être faites.

Il y a certaines considérations spéciales relatives à l'entraînement physique chez les femmes (22, 155, 244, 246). Bien que ces facteurs n'affectent pas les recommandations du présent énoncé, basé sur l'évidence disponible, ils devraient être pris en considération dans le développement d'un programme d'entraînement pour les femmes. L'entraînement peut affecter le système reproducteur de la femme (22, 155, 244). L'entraînement peut causer une irrégularité menstruelle chez certaines femmes, mais les facteurs responsables demeurent obscurs. La fertilité ne semble pas être influencée par l'entraînement excepté chez les femmes souffrant d'oligoménorrhée et d'anovulation (244). Ces dernières conditions peuvent survenir chez les femmes actives et augmenter leur risque de développer l'ostéoporose (pour plus d'information à ce sujet, consultez l'énoncé de principe de l'ACSM sur l'ostéoporose et l'exercice) (6). Bien que peu d'études soient disponibles, la ménopause ne semble pas modifier les réponses de la $\dot{V}O_2$ max ou de la force à l'entraînement (23, 184, 207, 244). Une recherche plus poussée est nécessaire sur la relation entre différents types d'exercice et les fonctions reproductrices chez la femme. La grossesse présente

des considérations spéciales pour l'entraînement chez les femmes, qui sont abordées ailleurs (1a). Tel que discuté antérieurement, les femmes semblent être plus susceptibles aux blessures orthopédiques lorsqu'elles exécutent un exercice des membres inférieurs à impact élevé (34, 126, 200).

Maintien de l'effet d'entraînement. Pour maintenir l'effet d'entraînement, l'exercice doit être continué avec régularité (30, 40, 80, 143, 170, 212, 218). Une réduction significative de la condition cardio-respiratoire survient après deux semaines d'inactivité (40, 212), et les participants retournent près des niveaux de condition physique pré-entraînement après 10 semaines (80) à 8 mois d'arrêt de l'entraînement (143). Une perte de 50 % de leur amélioration initiale de la $\dot{V}O_2$ max a été mesurée après 4 à 12 semaines de désentraînement (80, 135, 212). Les individus qui ont poursuivi des années d'entraînement continu maintiennent certains effets bénéfiques pour des périodes plus longues de désentraînement que les sujets des études d'entraînement à court terme (40). Pendant que l'arrêt de l'entraînement occasionne des réductions dramatiques de la $\dot{V}O_2$ max, un entraînement même réduit amène des réductions modestes à nulles sur des périodes de 5 à 15 semaines (30, 111, 112, 113, 212). Hickson et coll., dans une série d'expériences où la fréquence (111), la durée (112), ou l'intensité (113) de l'entraînement étaient manipulées, ont trouvé que, si l'intensité d'entraînement restait inchangée, la $\dot{V}O_2$ max était maintenue jusqu'à 15 semaines quand la fréquence et la durée de l'entraînement étaient réduites autant que des $2/3$. Quand la fréquence et la durée de l'entraînement restent constantes et que l'intensité de l'entraînement était réduite de $1/3$ ou du $2/3$, la $\dot{V}O_2$ max était significativement réduite. Des résultats semblables furent trouvés en ce qui a trait à la réduction de l'entraînement de la force. Quand l'entraînement de la force passait de 3 ou 2 $j \cdot \text{sem}^{-1}$ à au moins 1 $j \cdot \text{sem}^{-1}$, la force était maintenue pour 12 semaines de réduction d'entraînement (96). Ainsi, il semble que manquer périodiquement une séance d'exercice ou réduire la fréquence ou la durée de l'entraînement pour jusqu'à 15 semaines n'affectera pas négativement la $\dot{V}O_2$ max ou la force et l'endurance musculaires pourvu que l'intensité de l'entraînement soit maintenue.

Bien que plusieurs nouvelles études aient ajouté un éclairage nouveau sur la quantité appropriée d'exercice, plus de recherche est nécessaire pour évaluer les modifications de la condition physique avec réduction des charges et le dosage de l'entraînement en relation avec le niveau de condition physique, l'âge et la durée de la période d'entraînement. Aussi, plus d'information est nécessaire pour mieux identifier le niveau minimal d'exercice nécessaire pour maintenir la condition physique.

Contrôle du poids et composition corporelle. L'exercice physique seul, sans diète (restriction calorique) a seulement un effet modeste sur la perte de poids corporel et de masse grasse (28, 54, 56, 234). La restriction calorique produit généralement les pertes de poids les plus substantielles en comparaison avec l'exercice seul simplement parce qu'il est plus facile de produire un déficit énergétique marqué par la première (28, 54, 56, 234). Les études donnant les meilleurs résultats en terme de perte de poids ont été celles qui combinaient la diète et l'exercice pour optimiser le déficit énergétique (28, 234, 258, 259). Aussi, il semble que les individus qui combinaient l'exercice avec leur régime alimentaire maintenaient plus efficacement leur perte de poids (234). Le lecteur est référé à l'énoncé de principe de l'ACSM sur la perte de poids et le contrôle du poids (2) et une revue plus récente par Stefanick (234). Bien qu'il y a de la variabilité dans la réponse humaine aux modifications de la composition corporelle avec l'entraînement, le poids corporel et la masse grasse sont généralement réduits de façon modeste avec les programmes d'entraînement en endurance (199, 255), alors que la masse maigre reste constante (185, 199, 253) ou augmente légèrement (175, 262). Par exemple, Wilmore (255) a rapporté les résultats de 32 études qui rencontraient les critères de l'ACSM pour développer la condition cardio-respiratoire et y trouva une perte de poids corporel moyenne de 1.5 kg et de pourcentage de graisse de 2.2 %. Les programmes de perte de poids utilisant une manipulation diététique qui conduit à une réduction plus dramatique du poids corporel amènent des réductions à la fois de la masse grasse et de la masse maigre (2, 114, 259). Quand ces programmes sont poursuivis conjointement avec un entraînement physique, la perte de masse maigre est plus modeste que dans les programmes utilisant seulement la diète (114, 182). Les programmes qui sont poursuivis

au moins $3 \text{ j}\cdot\text{sem}^{-1}$ (185, 187, 189, 253) d'une intensité et d'une durée au moins suffisante pour dépenser approximativement 250-300 kcal par séance d'exercice (pour une personne de 75 kg)⁴ sont suggérés comme seuil pour une perte de poids et de masse grasse (44, 99, 113, 185, 199). Ceci requiert généralement au moins 30-45 min d'exercice par séance pour une personne de condition physique moyenne. Une dépense énergétique de 200 kcal par séance a aussi été montrée comme utile dans la réduction du poids si la fréquence d'exercice est au moins $4 \text{ j}\cdot\text{sem}^{-1}$ (226). Si le principal objectif du programme d'entraînement est la perte de poids, alors les régimes avec une fréquence et une durée d'entraînement plus grandes et avec une intensité modérée sont recommandés (2, 199, 234). Les programmes avec un taux de participation moindre montrent généralement peu ou pas de modification de la composition corporelle (92, 138, 185, 231, 239, 253, 255). Des augmentations significatives de la $\dot{V}O_2$ max ont été observées avec 10-15 min d'entraînement à haute intensité (11, 116, 166, 177, 185, 224). Ainsi, si une réduction du poids corporel et de la masse grasse n'est pas désirée, des programmes d'une durée plus courte, d'une intensité plus élevée peuvent alors être recommandés pour les individus en santé qui ont un faible risque de maladie cardio-vasculaire et de blessure orthopédique.

Prescription d'exercice pour la force et l'endurance musculaire

L'ajout de l'entraînement de musculation ou de la force à l'énoncé de principe vient du besoin d'un programme bien équilibré qui stimule tous les principaux groupes musculaires du corps. Ainsi, l'inclusion de l'entraînement de musculation dans les programmes de conditionnement physique pour adulte devrait être efficace pour le développement et le maintien de la force et de l'endurance musculaire, de la masse maigre et de la DMO. L'effet de l'entraînement est spécifique à la région du corps qui est entraînée (10, 75, 216). Par exemple, l'entraînement des jambes aura peu ou aucun effet sur les muscles des bras, des épaules et du

⁴ Haskell (105) et Haskell et coll. (106) ont suggéré l'utilisation de $4 \text{ kcal}\cdot\text{kg}^{-1}$ de poids corporel de dépense énergétique par jour pour utilisation dans les programmes d'exercice. Le Surgeon General (242) recommande un minimum de $2 \text{ kcal}\cdot\text{kg}^{-1}$.

tronc, et vice versa (216). Un suivi de 10 ans de coureurs vétérans qui continuaient leur régime d'entraînement, mais ne faisaient pas d'exercice pour le haut du corps, montra un maintien de la $\dot{V}O_2$ max et une réduction de 2 kg de la masse maigre (197). La circonférence de leur jambe demeurait inchangée, mais la circonférence de leur bras était significativement plus basse. Ces données indiquent une perte de masse musculaire dans les régions non-entraînées. Par contre, trois de ces athlètes qui se sont entraînés avec des poids pour les muscles des membres supérieurs et du tronc ont maintenu leur masse maigre. Une revue d'ensemble de Sale (216) a documenté soigneusement l'information disponible sur la spécificité de l'entraînement.

La spécificité de l'entraînement fut abordée de façon plus poussée par Graves et coll. (97). Utilisant un exercice d'extension bilatéral du genou, ces chercheurs ont entraîné quatre groupes : groupe A, première moitié de l'amplitude de mouvement (ADM); groupe B, deuxième moitié de l'ADM; groupe AB, pleine ADM; et un groupe contrôle qui ne s'entraînait pas. Les résultats montraient clairement que le résultat d'entraînement était spécifique à l'ADM entraînée, avec le groupe AB obtenant le meilleur effet sur l'amplitude complète. Ainsi, l'entraînement de musculation devrait être effectué sur une pleine ADM pour un effet bénéfique maximal (97, 142).

La force et l'endurance musculaire sont développées par le principe de surcharge progressive, c'est-à-dire en augmentant plus que la normale la résistance au mouvement ou la fréquence et la durée de l'activité (50, 69, 75, 109, 215). La force musculaire est mieux développée en utilisant des charges plus lourdes (qui requièrent le développement d'une tension maximale ou presque maximale) avec peu de répétitions, et l'endurance musculaire est mieux développée en utilisant des charges plus légères avec un plus grand nombre de répétitions (18, 69, 75, 215). D'une certaine manière, l'endurance et la force musculaire sont toutes deux développées dans chacune de ces conditions, mais chaque schéma de charge favorise un type de développement neuromusculaire plus spécifique (75, 215). Alors, pour susciter des améliorations à la fois de la force et de l'endurance musculaire, la plupart des experts recommandent 8 à 12 répétitions par série. Cependant, une étendue plus basse de répétitions, avec une charge plus

lourde, ex. 6-8 répétitions peut mieux optimiser la force et la puissance (75). Parce qu'une blessure orthopédique peut survenir chez les participants plus âgés ou plus fragiles (approximativement 50-60 ans et plus) lors de l'exécution d'efforts jusqu'à la fatigue volontaire en utilisant une intensité élevée, un nombre maximal de répétitions (RM) bas à modéré ; l'exécution de 10-15 répétitions ou RM est recommandée. Le terme RM fait référence au nombre maximal de fois qu'une charge peut être levée avant la fatigue en utilisant une bonne forme et technique.

N'importe quelle valeur de surcharge causera un développement de la force, mais des charges de plus haute intensité près de ou à l'effort maximal donneront un effet d'entraînement significativement plus élevé (75, 109, 156, 158, 215). L'intensité et le volume d'exercice du programme de musculation peuvent être manipulés en variant la charge, les répétitions, l'intervalle de repos entre les exercices et les séries, et le nombre de séries complétées (75). Une précaution est émise pour l'entraînement qui met l'emphase sur les contractions d'allongement (excentriques), en comparaison avec les contractions de raccourcissement (concentriques) ou isométriques, car le potentiel de douleur et de blessures aux muscles squelettiques est plus élevé particulièrement chez les individus non-entraînés (8, 125).

La force et l'endurance musculaire peuvent être développées au moyen d'exercices statiques (isométriques) ou dynamiques (isotoniques ou isocinétiques). Bien que chaque type d'entraînement ait ses avantages et limites, les exercices de musculation dynamiques sont recommandés pour les adultes en santé car ils imitent mieux les activités de tous les jours. L'entraînement de musculation pour le participant moyen doit être rythmique, exécuté à une vitesse contrôlée de modérée à lente, sur une pleine amplitude de mouvement, et avec un patron respiratoire normal pendant les mouvements de lever. L'exercice avec résistance lourde peut causer une augmentation aiguë dramatique de la pression artérielle systolique et diastolique (150, 157), spécialement quand une manoeuvre de Valsalva est impliquée.

L'amélioration attendue de la force suite à un entraînement de musculation est difficile à évaluer parce que les augmentations de la force sont affectées par le niveau initial de la force

des participants et leur potentiel pour l'amélioration (75, 102, 109, 171). Par exemple, Mueller et Rohmert (171) mesurèrent des augmentations de force s'échelonnant de 2 à 9 % par semaine selon les niveaux initiaux de force. Aussi, les études impliquant des participants âgés (73, 74) et des personnes jeunes et d'âge moyen utilisant un exercice d'extension lombaire (198) ont montré une amélioration de force plus grande que 100 % après 8-12 sem d'entraînement. Bien que la littérature reflète une grande variabilité d'amélioration de la force selon les programmes d'entraînement de musculation, l'amélioration moyenne pour les hommes et les femmes jeunes et d'âge moyen sédentaires pour jusqu'à six mois d'entraînement est de 25 à 30 %. Fleck et Kraemer (75), dans une revue de 13 études ayant utilisé diverses formes d'entraînement isotonique, ont trouvé une augmentation moyenne de 23.3 % de la force au développé-couché quand les sujets furent évalués sur l'équipement avec lequel ils s'étaient entraînés et de 16.5 % quand ils étaient évalués sur des ergomètres isotoniques ou isocinétiques spéciaux (six études). Ces chercheurs (75) ont aussi rapporté une augmentation moyenne de 26.6 % de la force musculaire quand les sujets étaient évalués avec l'équipement sur lequel ils s'entraînaient (six études) et de 21.2 % quand ils étaient évalués avec des ergomètres isotoniques ou isocinétiques spéciaux (cinq études). Les résultats d'amélioration de la force causée par l'entraînement isométrique ont été de la même amplitude que pour ceux mesurés avec l'entraînement isotonique (29, 75, 96, 97).

En considérant l'information rapportée ci-dessus, les lignes directrices suivantes pour l'entraînement de musculation sont recommandées pour l'adulte moyen en santé. Un minimum de 8 à 10 exercices impliquant les principaux groupes musculaires (bras, épaules, poitrine, abdomen, dos, hanches et jambes) devraient être exécutés 2-3 j·sem⁻¹. Un minimum d'une série de 8-12 RM ou près de la fatigue devrait être complétée par la plupart des participants. Cependant, pour les personnes plus âgées et plus fragiles, (âgés de près de 50-60 ans et plus), 10-15 répétitions peut être plus approprié. Ces recommandations pour l'entraînement en musculation sont basées sur trois facteurs. Premièrement, le temps exigé pour compléter un programme d'exercice bien équilibré et complet est important. Les programmes de plus de 60 minutes par séance semblent être associés avec de plus hauts taux d'abandon (186). Aussi, Messier et Dill (165) ont rapporté

que le temps moyen requis pour compléter trois séries d'un programme de musculation était 50 minutes en comparaison avec seulement 20 minutes pour une série. Deuxièmement, bien que de plus grandes fréquences d'entraînement (29, 75, 91) et des séries ou des combinaisons de séries et de répétitions additionnelles puissent provoquer de plus grands gains de force (18, 50, 75, 109), la différence d'amélioration est habituellement minimale dans un contexte de conditionnement physique pour les adultes. Pour celui qui fait plus sérieusement de la musculation (athlète), un programme à charges plus lourdes (6-12 RM) de 1-3 séries utilisant les techniques de périodisation occasionnent habituellement de plus grands bénéfices (75). Troisièmement, bien que de plus grands gains de force et de masse maigre puissent être obtenus en utilisant des programmes à charges lourdes et peu de répétitions (ex. 1-6 RM), et plusieurs séries, cette approche peut ne pas convenir pour les adultes qui ont des objectifs différents que les athlètes. Finalement, d'un point de vue sécuritaire, ces types de programmes peuvent augmenter le risque de blessures orthopédiques et précipiter un problème cardiaque chez les participants d'âge moyen et plus vieux (43, 199).

La recherche semble supporter la norme minimale qui est recommandée pour le modèle d'entraînement de musculation pour la santé et la condition physique de l'adulte. Une revue récente par Feigenbaum et Pollock (72) a illustré clairement que la fréquence optimale d'entraînement peut varier selon le groupe musculaire. Par exemple, Graves et coll. (98) ont trouvé que 1 j•sem⁻¹ était aussi efficace pour améliorer la force des extenseurs lombaires isolés que 2 ou 3 j•sem⁻¹. DeMichele et coll. (51) ont trouvé que 2 j•sem⁻¹ d'entraînement de la force des rotateurs du tronc était aussi efficace que 3 j•sem⁻¹ et supérieur à 1 j•sem⁻¹. Braith et coll. (29) ont trouvé que l'entraînement des extenseurs de la jambe 3 j•sem⁻¹ causait un effet plus grand que l'entraînement à raison de 2 j•sem⁻¹. D'autres ont trouvé que l'exercice de développé-couché 3 j•sem⁻¹ causait une plus grande amélioration de la force que 1 ou 2 j•sem⁻¹ (72). En résumé, il semble que 1-2 j•sem⁻¹ cause des gains optimaux de force pour la colonne vertébrale et 3 j•sem⁻¹ pour les régions squelettiques appendiculaires du corps. Aussi, les programmes à raison de 2

j•sem⁻¹ utilisant les bras et les jambes montraient 70-80 % du gain amené par les programmes utilisant une plus grande fréquence.

Dans la même revue mentionnée ci-dessus, Feigenbaum et Pollock (72) ont comparé huit études bien contrôlées et ont trouvé qu'aucune d'elles ne démontrait que deux séries d'entraînement de musculation causaient des améliorations significativement plus grandes de la force qu'une série et seulement une étude démontra qu'un régime de trois séries était mieux qu'une ou deux séries. Berger (18) a utilisé le développé-couché et trouvé que trois séries causaient une augmentation supérieure de 3-4 % de la force ($p < 0.05$) que les groupes utilisant une ou deux séries. Aucune des études citées ne furent effectuées sur plus de 14 semaines, il est donc possible que divers programmes de séries multiples puissent montrer de plus grands gains de force quand ils se poursuivent sur une plus longue période de temps. La variation du programme peut aussi être un facteur important dans l'amélioration des résultats de l'entraînement de musculation mais doit être vérifié par plus de recherche (75). Considérant les petites différences trouvées parmi les divers programmes concernant la fréquence de l'entraînement et les programmes à séries multiples VS unique, la norme minimale recommandée pour l'entraînement de musculation dans un environnement de conditionnement physique pour l'adulte semble appropriée pour obtenir les bénéfices sur la condition physique et la santé désirés dans les programmes visant leur maintien.

Bien que l'équipement d'entraînement de musculation puisse fournir un meilleur feed-back pour ce qui est des charges utilisées ainsi qu'un stimulus gradué et quantitatif pour déterminer une surcharge que les exercices à mains libres, ces derniers et les autres types d'activités avec résistance peuvent encore être efficaces pour améliorer et maintenir la force et l'endurance musculaire (86, 109, 195).

Prescription d'exercice pour la flexibilité

L'inclusion de recommandations pour l'exercice de flexibilité dans cet énoncé de principe est basée sur l'évidence croissante de ses nombreux bénéfices incluant: une amélioration de l'ADM et du fonctionnement articulaire (120, 206) et l'amélioration de la performance musculaire (26, 256, 261). De plus, bien qu'il y a un manque d'essais cliniques contrôlés, au hasard, définissant l'effet bénéfique de l'exercice de flexibilité dans la prévention et le traitement des blessures musculo-squelettiques, les études d'observation supportent ces deux applications de l'étirement (65, 115).

Les exercices d'étirement augmentent la flexibilité des tendons grâce à deux principaux effets sur l'unité musculo-tendineuse : sur le réflexe d'inhibition médié par les mécanorécepteurs et sur la surcharge viscoélastique. Une augmentation de la tension dans l'unité musculo-tendineuse est détectée par les propriocepteurs situés dans les tendons et les muscles (organe de Golgi et fuseau neuro-musculaire) qui inhibent une contraction plus poussée du muscle agoniste et produisent une relaxation de l'unité antagoniste. Théoriquement, cette inhibition réflexe prévient une blessure de surcharge excessive et peut rendre compte des augmentations à court terme de la flexibilité immédiatement après l'étirement. L'importance actuelle des effets proprioceptifs de l'entraînement de la flexibilité a été mise en doute (238). Un travail récent a suggéré que l'activation aiguë de ces récepteurs peut conduire à une désensibilisation transitoire du réflexe d'étirement et à une augmentation de l'excitation du muscle antagoniste (123).

Les principaux effets de l'étirement impliquent les propriétés viscoélastiques du tendon. L'étirement cause à la fois une augmentation transitoire de la longueur de l'unité musculo-tendineuse par une relaxation du complexe actine-myosine (230) et une augmentation durable par une modification de la matrice extracellulaire environnante (238).

L'effet le plus facilement ressenti de la mauvaise flexibilité des tendons est une réduction de ADM articulaire. Le vieillissement cause souvent une perte substantielle de la flexibilité du

tendon et limite le mouvement (206). Ceci est associé à la fois à des modifications biochimiques dans l'unité musculotendineuse et à des facteurs mécaniques dans la structure squelettique sous-jacente. Avec le vieillissement, la solubilité du collagène diminue, probablement reliée à une augmentation des liens croisés du tropocollagène (119). Ces changements causent une réduction de la force de tension et une augmentation de la rigidité du tendon (173). Les modifications squelettiques associées à l'âge comme une maladie articulaire dégénérative ou une formation d'ostéophyte peut limiter encore plus la mobilité dans les articulations. Cette perte de flexibilité peut diminuer significativement la capacité d'un individu à accomplir ses activités quotidiennes et à faire de l'exercice. Plusieurs études ont étudié l'impact de la diminution de la flexibilité et l'efficacité des interventions d'exercice (108, 120, 206, 221, 249). Schenkman et coll. (221) ont démontré une diminution de la performance physique associée à la perte de la mobilité squelettique axiale. De plus, ces chercheurs ont spéculé que cette diminution puisse être modifiée favorablement grâce à l'entraînement de la flexibilité (221). De façon similaire, des améliorations de l'ADM articulaire ont été démontrées avec les programmes de flexibilité des extrémités (119, 120, 206). Il est à noter qu'une étude de Girouard et Hurley (93) a démontré que les améliorations de ADM obtenues par les exercices de flexibilité peuvent être minimisées par un entraînement simultané de musculation.

Des études récentes ont suggéré que les exercices d'étirement peuvent favoriser la performance musculaire (26, 256, 261). Worrell et coll. (261) ont observé une augmentation de la génération de la tension maximale dans le muscle ischio-jambier avec l'entraînement en flexibilité. Dans une autre étude, Wilson et coll. (256) ont rapporté une augmentation de la performance au développé couché après un entraînement en flexibilité qui était attribuée à une réduction de la raideur des composantes élastiques en série des membres supérieurs. Ces découvertes sont contredites d'une certaine manière par les études sur l'économie de la course qui ont démontré une corrélation inverse avec la flexibilité de la hanche (41).

Une relation entre une mauvaise flexibilité et une blessure subséquente a été établie pour plusieurs unités musculotendineuses, incluant le tendon d'Achille (146), le fascia-plantaire (136) et les tendons des ischio-jambiers (83, 260). Ainsi, une mauvaise flexibilité peut causer une blessure aux articulations adjacentes comme cela est observé dans le développement du syndrome de compression latérale de la rotule (malfonctionnement patello-fémoral) suite à une raideur de la bande iliotibiale (204). Les programmes d'étirement généraux ont montré leur efficacité à réduire à la fois la gravité et la fréquence des blessures (65, 70, 79, 83, 115, 230). De plus, les exercices de flexibilité sont préconisés dans le traitement de plusieurs blessures musculosquelettiques pour regagner l'ADM et réduire les symptômes (65, 79, 260).

Bien que le niveau optimal de flexibilité soit déterminé par des facteurs individuels et spécifiques au sport, plusieurs lignes directrices pour développer un programme général peuvent être extraites de la littérature disponible. Le type et la durée idéal d'un exercice d'étirement a été le sujet de débats importants. Les trois principaux types d'exercices d'étirement décrits sont le statique, la facilitation neuromusculaire proprioceptive (FNP) et le balistique. Comme décrit originellement, les techniques d'étirement par FNP consistent à alterner une contraction musculaire isométrique et un étirement passif à travers des séries de mouvements désignées. L'étirement balistique implique des mouvements répétitifs de rebondissement où le tendon est rapidement étiré et immédiatement relâché. Les exercices statiques étirent lentement le tendon, le maintiennent dans un état d'étirement pour une période de temps, et puis retournent à la longueur de repos. Plusieurs études ont montré que la FNP était supérieure aux autres types d'exercices pour augmenter la flexibilité (39, 214). Dans leur forme pure, ces exercices sont compliqués et requièrent un thérapeute sportif expérimenté. Plusieurs techniques de FNP modifiées ont été décrites (actif/assisté, contraction/relaxation, maintenir/relâcher) qui peuvent souvent être effectuées seul ou avec un partenaire. Les étirements statiques représentent un compromis efficace pour plusieurs individus (14, 249). En déterminant la durée idéale de l'étirement pour atteindre une augmentation de la flexibilité, il est apparent que des rythmes lents permettent une plus grande relaxation du stress et génèrent une force de tension inférieure sur le tendon (238).

Les études ont démontré que maintenir l'étirement pendant 10 à 30 sec au point d'un inconfort léger améliore la flexibilité sans bénéfice significativement plus grand pour des durées supérieures (14, 25, 238). Peu d'études ont examiné le nombre optimal de répétitions requises pour obtenir un effet bénéfique maximal des exercices d'étirement. Taylor et coll. (238) ont trouvé que la plus grande augmentation de l'ADM survenait dans les quatre premières répétitions avec des gains minimaux dans les étirements subséquents. Ni l'échauffement pré-étirement ni l'application de glace ne semblent apporter de bénéfices supplémentaires sur le seul étirement dans l'amélioration de la flexibilité (39, 249).

En se basant sur cette évidence, les recommandations suivantes pour incorporer les exercices de flexibilité dans un plan de conditionnement physique généralisé sont émises. Un programme d'étirement généralisé qui sollicite les principaux groupes muscle/tendon (chaîne antérieure des membres inférieurs, chaîne postérieure des membres inférieurs, ceinture scapulaire, etc.) doit être développé en utilisant des techniques statiques, balistiques, ou FNP modifiée (contraction/ relaxation, actif/assisté). Les étirements statiques devraient être maintenus pendant 10 à 30 secondes, alors que les techniques de FNP devraient inclure une contraction de 6 sec suivie par un étirement assisté de 10 à 30 sec. Au moins quatre répétitions par groupe musculaire devraient être complétées pour un minimum de 2-3 j•sem⁻¹.

Cette déclaration fut révisée pour l'American College of Sports Medicine par : les membres en général; le Comité de déclaration; et par Jack Wilmore, Ph.D., Steve Blair, P.E.D., William Haskell, Ph.D. et William Kraemer, Ph.D.

Cet énoncé de principe remplace l'énoncé de principe de l'ACSM de 1990 portant un titre semblable (3).

REFERENCES

Les références se trouvent dans la version anglaise des documents.