

Les effets bénéfiques de l'exercice sur le diabète de type 2

PAR PAUL OH, M.D., FRCPC, FACP ; NICOLE FOSTER, M.Sc. ; ET CATHERINE STATTON, B.Sc.

L'activité physique est une modalité thérapeutique bien établie et importante pour les personnes atteintes de diabète de type 2. Les exercices réguliers améliorent les facteurs de risque conventionnels, l'endurance cardiovasculaire, la résistance à l'insuline et le contrôle glycémique. De plus, il existe une association manifeste entre la forme et la morbidité et la mortalité. Dans ce numéro d'*Endocrinologie – Conférences scientifiques*, nous examinons les données établissant un lien entre l'exercice et la bonne forme et le pronostic et fournissons une orientation sur les composantes d'un programme d'exercice sûr et efficace pour les sujets diabétiques.

La bonne forme, les événements cardiovasculaires et la mortalité dans le diabète de type 2

Les physiologistes ont utilisé pendant des années la quantité maximale d'oxygène consommée pendant l'exercice obtenue par un test d'effort (VO_{2max}) pour déterminer la capacité d'effort maximale ou l'endurance cardiovasculaire maximale des athlètes. Mathématiquement, le VO_{2max} représente le produit du débit cardiaque maximal et de l'extraction de l'oxygène périphérique au niveau des muscles sollicités et par conséquent, nécessite un bon fonctionnement cardiaque, respiratoire et musculaire, jusqu'au niveau des mitochondries. La bonne forme est non seulement un outil pour les physiologistes, mais on reconnaît de plus en plus qu'elle est un prédicteur puissant et indépendant de la mortalité dans les populations en bonne santé¹ et chez ceux souffrant d'une affection médicale, telle qu'une maladie cardiaque^{2,3}. Les patients atteints de diabète de type 2, même en l'absence de complications connues, ont un VO_{2max} réduit comparativement aux témoins dont l'âge, la masse corporelle, les activités physiques sont similaires, et donc la bonne forme ou la mauvaise forme peuvent être un marqueur de l'état de santé particulièrement important et une cible d'intervention.

Wei et coll.⁴ ont évalué l'association entre une faible endurance cardiorespiratoire et l'inactivité physique et la mortalité chez des hommes atteints de diabète de type 2. Ces données ont été tirées de l'*Aerobics Center Longitudinal Study* menée à la Cooper Clinic à Dallas, Texas. La cohorte comprenait 1263 hommes (âgés de 50 ± 10 ans) atteints de diabète de type 2 qui ont fait l'objet d'un examen médical complet entre 1970 et 1993 et ont été suivis en ce qui a trait à la mortalité jusqu'à la fin de 1994. L'endurance cardiorespiratoire était mesurée par une épreuve d'effort maximale, l'activité physique auto-déclarée au départ était notée et la mort subséquente était déterminée par une vérification de concordance avec le National Death Index. Au cours d'un suivi moyen de 12 ans, 180 patients sont décédés. Après un ajustement en fonction de l'âge, de la présence de maladie cardiovasculaire au départ, de la glycémie à jeun, d'un taux de cholestérol élevé, d'un surpoids, du tabagisme actuel, d'une tension artérielle élevée et d'antécédents familiaux de maladie cardiovasculaire, les hommes dans le groupe en mauvaise forme présentaient un risque ajusté de mortalité toutes causes de 2,1 (IC à 95 %, 1,5-2,9) comparativement aux hommes en bonne forme. Les hommes qui ont signalé être physiquement inactifs présentaient un risque ajusté de mortalité qui était 1,7 fois (IC, 1,2 fois à 2,3 fois) supérieur à celui des hommes qui ont signalé être physiquement actifs. Les auteurs ont conclu qu'une faible endurance cardiorespiratoire et l'inactivité physique étaient des prédicteurs indépendants de la mortalité toutes causes chez les hommes atteints de diabète de type 2.

Des observations similaires ont été faites pour les femmes atteintes de diabète dans le cadre de la *Nurses' Health Study*⁵, dans laquelle 5125 infirmières ont été identifiées comme souffrant du diabète dans la cohorte initiale. L'activité physique a été évaluée initialement en 1980 et les données recueillies ont été mises à jour en 1982, 1986, 1988 et 1992 par le biais de questionnaires validés. Le nombre moyen d'heures d'exercice modéré ou vigoureux et un score de la performance exprimé en équivalent métabolique (MET) ont été calculés. Au cours de 14



Leading with Innovation
Serving with Compassion

ST. MICHAEL'S HOSPITAL
A teaching hospital affiliated with the University of Toronto



Membres de la Division d'endocrinologie et du métabolisme à l'Hôpital St. Michael's

LAWRENCE LEITER, MD (CHEF)
RÉDACTEUR, *ENDOCRINOLOGIE
CONFÉRENCES SCIENTIFIQUES*

GILLIAN BOOTH, MD
ALICE CHENG, MD
PHILIP CONNELLY, PhD
CHRISTINE DERZKO, MD
JEANNETTE GOGUEN, MD
AMIR HANNA, MD
SOPHIE JAMAL, MD
DAVID JENKINS, MD, PHD
ROBERT JOSSE, MD
TIM MURRAY, MD
DOMINIC NG, PHD, MD
ROBERT PATTEN, MD
LETICIA RAO, PHD
WILLIAM SINGER, MD
ROBERT VOLPE, MD
VLAD VUKSAN, PHD
QINGHUA WANG, MD, PHD
TOM WOLEVER, MD, PHD
MINNA WOO, MD, PHD
ROBERT ZEMAN, MD

Hôpital St. Michael's
6121-61, rue Queen
Toronto (Ontario) M5C 2T2
Fax : (416) 867-3696

Les opinions exprimées dans cette publication ne reflètent pas nécessairement celles de la Division d'Endocrinologie et du Métabolisme, Hôpital St. Michael's, l'Université de Toronto, du commanditaire de la subvention à l'éducation ou de l'éditeur, mais sont celles de l'auteur qui se fonde sur la documentation scientifique existante. On a demandé à l'auteur de révéler tout conflit d'intérêt potentiel concernant le contenu de cette publication. La publication d'*Endocrinologie – Conférences scientifiques* est rendue possible grâce à une subvention à l'éducation sans restrictions.

années de suivi, on a noté 323 nouveaux cas de maladie cardiovasculaire (225 cas de maladie coronarienne et 98 cas d'accident vasculaire cérébral). Les risques relatifs ajustés en fonction de l'âge selon le nombre moyen d'heures d'activité physique modérée ou vigoureuse (figure 1) étaient :

- < 1-1,0
- 1 à 1,9 – 0,93 (IC à 95 %, 0,69-1,26)
- 2 à 3,9 – 0,82 (IC, 0,61-1,10)
- 4 à 6,9 – 0,54 (IC, 0,39-0,76)
- 7 heures – 0,52 (IC, 0,25-1,09) avec ($p < 0,001$ pour la tendance)

Ces estimations du risque n'ont pas changé matériellement après l'ajustement en fonction du tabagisme, de l'indice de masse corporelle (IMC) et d'autres facteurs de risque cardiovasculaire. Dans des analyses séparées, les niveaux d'activité physique étaient inversement associés à l'apparition d'une maladie coronarienne et d'un l'accident ischémique cérébral. Parmi les femmes qui ne se sont pas exercées vigoureusement, les risques relatifs multivariés de maladie cardiovasculaire dans les quartiles du score en MET (une autre mesure de l'intensité de l'activité) pour la marche étaient de 1,0, 0,85, 0,63 et 0,56 ($p = 0,03$ pour la tendance), indiquant qu'une allure de marche plus rapide et plus intense était indépendamment associée à risque plus faible. Les auteurs ont conclu que parmi les femmes diabétiques, une activité physique accrue, y compris la marche régulière, est associée à un risque considérablement réduit d'événements cardiovasculaires.

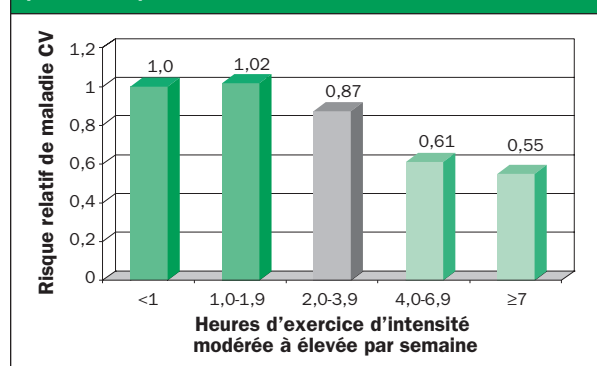
Ces deux études importantes recommandent que les patients atteints de diabète de type 2 soient encouragés à participer à des activités physiques régulières et à améliorer leur endurance cardiorespiratoire. Cependant, elles ont toutes deux suggéré que des essais randomisés seraient utiles pour définir plus précisément la relation causale entre l'amélioration de la forme physique et le pronostic clinique. L'effet de l'exercice sur la forme physique chez les personnes atteintes de diabète est examiné dans la section suivante.

L'exercice et la modification de l'endurance cardiovasculaire

L'un des avantages de l'entraînement aérobique régulier est l'amélioration de la capacité aérobique maximale (VO_{2max})⁶ qui est atteinte en améliorant le débit cardiaque, le volume d'éjection systolique et l'extraction périphérique de l'oxygène. D'autres avantages pour la santé associés aux exercices réguliers incluent la baisse de la tension artérielle et de la fréquence cardiaque, au repos et en réponse à l'exercice^{7,9}.

Dans un aperçu systématique récent de la littérature scientifique, Boulé et ses collègues (auteur principal D' Ron Sigal)⁹ examinent l'effet d'un entraînement structuré par des exercices sur l'endurance cardiorespiratoire dans le diabète de type 2. Sept études, représentant des données de 9 essais randomisés comparant un groupe assigné à l'exercice à un groupe témoin, ont répondu aux critères d'admissibilité à l'analyse. Il y avait au total 266 sujets, dont 40 % étaient des femmes, âgés en moyenne de 55,7 ans et qui souffraient du diabète en moyenne depuis 4,1 ans. Le VO_{2max} moyen initial était de 22,4 mL/kg/min (ce qui correspond à environ 60 % à 70 % du niveau de la forme d'une cohorte en bonne santé appariée selon l'âge). Le programme d'exercice moyen comprenait 3-4 séances d'exercice par semaine, 49 minutes par

Figure 1 : Prévalence des événements cardiovasculaires chez 5125 infirmières atteintes de diabète sur une période de 14 ans de suivi stratifiée par intensité d'exercice. Des exercices d'intensité modérée pendant au moins 4 heures par semaine étaient associés à un risque considérablement plus faible que l'absence totale d'exercices.



séance pendant 20 semaines. L'intensité des exercices variait de 50 % à 75 % du VO_{2max} . Lors de l'évaluation de suivi, on a noté une augmentation de 11,8 % du VO_{2max} dans les groupes assignés à l'exercice comparativement à une baisse de 1,8 % dans les groupes témoins ($p < 0,003$). Le degré d'amélioration du VO_{2max} dans les groupes assignés à l'exercice devrait réduire considérablement le risque de maladie cardiovasculaire.

Dans l'étude qui utilisait un degré d'intensité élevé dans son programme d'exercice (fréquence cardiaque pendant l'entraînement ajustée pour obtenir 75 % du VO_{2max} mesuré pendant une épreuve d'effort)¹⁰, le VO_{2max} final a augmenté de façon spectaculaire de 40,9 %, alors que l'augmentation moyenne pondérée n'était que de 9,5 % dans les études où l'intensité des exercices était plus faible. Les auteurs ont conclu que les sujets atteints de diabète de type 2 montrent une amélioration statistiquement significative et cliniquement importante de l'endurance cardiorespiratoire en réponse aux exercices aérobiques, et une intensité plus élevée d'exercice entraîne des effets plus importants sur l'endurance.

L'exercice et le contrôle glycémique

On pense généralement que l'exercice est bénéfique pour le contrôle glycémique et la perte de poids chez les patients atteints de diabète de type 2. Cependant, les essais cliniques sur les effets de l'exercice chez ces patients incluaient des échantillons de petite taille et ont produit des résultats contradictoires. Boulé et ses collègues ont mené antérieurement une méta-analyse dans laquelle ils évaluaient les effets de l'exercice chez des adultes atteints de diabète de type 2¹¹. Cette méta-analyse portait sur quatorze essais contrôlés, dont 11 étaient des études randomisées et 3 étaient des études non randomisées sur une intervention par des exercices pendant au moins 8 semaines. Les essais qui incluaient des co-interventions pharmacologiques ont été exclus. Au total, 504 participants ont été inclus dans les 14 essais. L'âge moyen (écart-type [É-T]) des participants aux études pour lesquelles ces informations étaient disponibles était de 55,0 (7,2) ans, la durée du diabète était de 4,3 (4,6) ans et 50 % des participants étaient des femmes. Les exercices consistaient généralement en 3 séances par semaine, chacune durant en moyenne (É-T) 53 (17) minutes (y compris les

10 minutes d'échauffement et de récupération) pendant 18 (15) semaines. L'intensité de l'exercice aérobique était modérée et celui-ci consistait généralement en de la marche ou du vélo. Dans deux études, l'intervention consistait en un entraînement d'exercices en résistance et dans une étude, l'intervention combinait un entraînement en résistance avec des bandes élastiques et un entraînement aérobique.

Pour les 11 comparaisons entre les groupes assignés à l'exercice et ceux n'étant pas assignés à l'exercice, il n'y avait pas de différence significative initiale dans le taux d'HbA_{1c}. Lorsque les résultats des interventions ont été regroupés, l'HbA_{1c} était significativement moins élevé dans les groupes assignés à l'exercice que dans les groupes témoins (7,65 % vs 8,31 % ; différence moyenne pondérée, -0,66 % ; p < 0,001). Dans l'ensemble, la masse corporelle après l'intervention ne différait pas significativement entre les groupes assignés à l'exercice et les groupes témoins (83,02 kg vs 82,48 kg ; p = 0,76), mais les données des 4 études incluant d'autres mesures anthropométriques suggèrent que l'exercice a des effets positifs sur l'obésité abdominale représentée par le rapport taille/hanche ou la circonférence de la taille. Les différences moyennes pondérées après l'intervention étaient de -0,02 U (p = 0,05) pour le rapport taille/hanche et de -4,53 cm (p < 0,001) pour la circonférence de la taille, atténuées légèrement par les différences initiales dans l'adiposité abdominale en faveur des groupes assignés à l'exercice.

L'unique étude dans la méta-analyse qui mesurait directement l'obésité abdominale par l'imagerie à résonance magnétique (IRM) a révélé que le programme d'entraînement aérobique utilisé dans cette étude (55 minutes, 3 fois par semaine, pendant 10 semaines) a entraîné une réduction significative du tissu adipeux sous-cutané abdominal (227,3 cm² à 186,7 cm² ; p < 0,05) et du tissu adipeux viscéral (156,1 cm² à 80,4 cm² ; p < 0,05). Les auteurs ont conclu que les exercices d'entraînement ont réduit le taux d'HbA_{1c} dans une mesure qui devrait diminuer le risque de complications diabétiques. Les effets sur la composition corporelle étaient prometteurs, mais non systématiques, et dans l'ensemble, on n'a pas noté d'effet sur la masse corporelle. Par conséquent, l'exercice doit être considéré comme bénéfique en soi, et non uniquement comme un moyen de perdre du poids.

Dans la méta-analyse plus récente de Boulé sur l'exercice et la bonne forme⁹, la relation entre l'intensité de l'exercice et la modification du contrôle glycémique a été également explorée. Les auteurs ont constaté que les exercices plus intenses entraînaient une plus grande amélioration du taux d'HbA_{1c} et dans la même étude utilisant l'intensité d'exercice la plus élevée (75 % du VO_{2max}), le taux d'HbA_{1c} était 1,5 % plus faible dans le groupe assigné à l'exercice que dans le groupe témoin¹⁰.

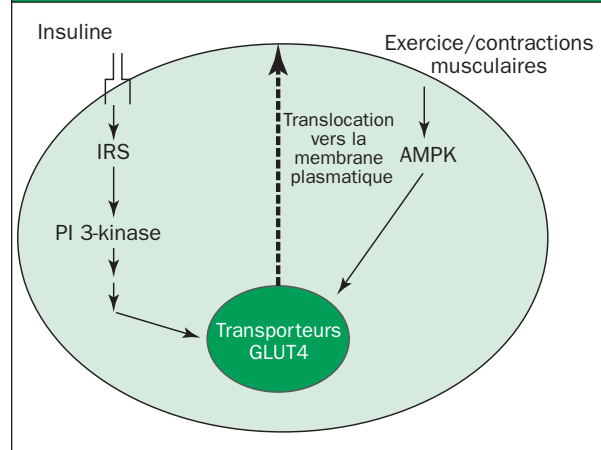
Mécanismes à la base des effets de l'exercice

Les exercices réduisent la résistance hépatique et périphérique à l'insuline et augmente l'élimination du glucose par le biais d'un certain nombre de mécanismes^{12,13}. L'exercice et l'insuline agissent synergiquement pour accroître la capture du glucose dans les tissus sensibles à l'insuline, principalement les muscles squelettiques. Ce phénomène est facilité par la translocation du transporteur du glucose⁴ (GLUT 4) du sarcoplasme à la membrane plasmatique de la cellule (figure 2). Les transporteurs GLUT 4 sont enchaînés

dans la membrane plasmatique après une série d'étapes post-récepteur complexes impliquant un substrat 1 du récepteur de l'insuline (IRS-1) et la phosphatidylinositol kinase (PI 3-kinase). On a proposé que des anomalies de l'IRS-1 pourraient intervenir dans la résistance à l'insuline¹⁴. Les transporteurs GLUT 4 peuvent également être transloqués vers la membrane plasmatique directement par les contractions musculaires provoquées par l'exercice, indépendamment de la voie de l'insuline^{15,16}. Étant donné que chez les patients atteints de diabète de type 2, les muscles sont souvent résistants à l'insuline, l'activité du GLUT 4 due à l'exercice, et le dépôt de glucose subséquent, jouent un rôle important dans cette population de patients. D'autres mécanismes ont été également rapportés, incluant l'activité accrue de la glycogène synthase et de l'hexokinase, la libération réduite et la clairance accrue des acides gras libres, l'apport accru de glucose aux muscles en raison de la densité capillaire accrue des muscles et les changements dans la composition des muscles favorisant l'élimination accrue du glucose.

Les exercices aérobiques ont des effets bénéfiques chez le patient atteint de diabète de type 2, tant à court terme qu'à long terme. Sauf pour les exercices d'intensité élevée à court terme, la glycémie a tendance à diminuer pendant et après une courte séance d'exercices¹⁷. Les effets positifs de l'exercice sur la sensibilité à l'insuline durent quelques heures après l'exercice, puis diminuent¹⁸. Par conséquent, des exercices d'intensité modérée effectués régulièrement (au moins tous les deux jours) sont recommandés pour maximiser le contrôle glycémique chez les patients atteints de diabète de type 2^{19,20}.

Figure 2 : Diagramme schématique représentant les voies indépendantes de la capture du glucose stimulées par l'insuline et l'exercice/la contraction des muscles dans une cellule musculaire. Une fois activés, les transporteurs du glucose GLUT 4 sont transloqués vers la membrane plasmatique et facilitent le captage du glucose dans la cellule. L'activation des transporteurs GLUT 4 par l'insuline commence avec la liaison de l'insuline à son récepteur et l'activation subséquente de la voie de l'insuline, comprenant le substrat du récepteur de l'insuline (ISR) et la phosphatidylinositol kinase (PI 3 kinase). L'exercice/la contraction des muscles active les transporteurs GLUT4 indépendamment de la voie de l'insuline et comprend l'activation de la kinase activée par le 5'AMP (AMPK). (Adapté de Krook et coll.¹⁶)



La majorité des patients atteints de diabète de type 2 sont en surpoids et ont une plus grande prépondérance de tissu adipeux s'accumulant autour de la région abdominale. Le tissu adipeux de la région abdominale (plus spécifiquement la région viscérale) est très actif sur le plan lipolytique. L'influx d'un excès d'acides gras libres du tissu adipeux viscéral (TAV) dans la circulation portale est associé à la résistance à l'insuline^{21,22}. Il est très difficile de démontrer une perte de poids soutenue chez les patients atteints de diabète. Cependant, l'entraînement aérobique, même en l'absence d'une perte de poids, produit une réduction préférentielle du TAV et des améliorations associées de la sensibilité à l'insuline¹⁰. De plus, l'association de l'entraînement aérobique et de l'entraînement en résistance a démontré des effets plus marqués sur la sensibilité à l'insuline que l'entraînement aérobique seul²³.

Entraînement en résistance

L'entraînement en résistance (activités qui utilisent la force musculaire pour déplacer un poids ou travailler contre une charge résistante) a amélioré la force musculaire et l'endurance, la souplesse et la composition corporelle et a réduit les facteurs de risque cardiovasculaires tels que la tension artérielle dans de nombreuses populations différentes⁸ (position de l'American College of Sports Medicine [ACSM]). Chez les sujets ne souffrant pas de diabète, l'entraînement en résistance a également amélioré la tolérance au glucose et la sensibilité à l'insuline. Dans la méta-analyse de Boulé sur l'exercice et le contrôle glycémique¹¹, l'amélioration du taux d'HbA_{1c} dans les groupes assignés à l'entraînement en résistance comparativement aux groupes témoins était similaire aux réponses observées chez les sujets assignés à l'entraînement aérobique, avec une réduction observée du taux d'HbA_{1c} de 0,64 % (IC à 95 %, -1,29 % à 0,01 %). Des études bien conçues sur les effets de l'association de l'entraînement en résistance et de l'entraînement aérobique sont nécessaires pour mieux comprendre l'impact de l'augmentation de la masse musculaire et de la réduction de la masse grasseuse, en particulier la graisse viscérale, sur le contrôle glycémique et d'autres anomalies métaboliques. Ceci dit, la plupart des lignes directrices sur l'exercice dans le diabète encouragent déjà l'entraînement en résistance¹⁹⁻²⁴.

Conception et applications des programmes d'exercice

Il existe quatre principales composantes dans le traitement par l'exercice, incluant une évaluation avant le programme, un test d'exercice progressif, la prescription d'exercices et la progression des exercices.

L'évaluation avant le programme d'exercice

Le dépistage des complications vasculaires et neurologiques, incluant les maladies vasculaires périphériques, la rétinopathie proliférative, la néphropathie, la neuropathie périphérique et la neuropathie autonome est conseillé avant de commencer un programme d'exercices. Il faut déterminer la glycémie à jeun, le taux

d'HbA_{1c} et d'autres marqueurs métaboliques. De plus, il faut s'assurer d'établir les limites potentielles qu'un participant peut présenter, telles que l'arthrite, une claudication intermittente et des problèmes au niveau des pieds. Tous les participants doivent recevoir un counseling sur la surveillance appropriée de la glycémie en relation avec l'exercice.

Test d'exercice progressif (TEP)

Pour la plupart des patients, un TEP complet doit être effectué pour établir les réponses du cœur et de la tension artérielle à l'exercice, ainsi qu'un dépistage des réponses ischémiques et des arythmies. En général, un TEP est conseillé chez toute personne antérieurement sédentaire atteinte de diabète et qui va entreprendre un programme d'exercice, en particulier si l'intensité des exercices prescrits est modérée à élevée. L'American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation (AACPR) recommande spécifiquement un TEP avant l'inscription au programme pour des groupes particuliers (tableau 1)²⁴.

Prescription d'exercices (en utilisant les principes FITT)

Pour que les exercices améliorent efficacement l'endurance cardiovasculaire, la Force musculaire et l'endurance, on doit établir de façon appropriée la Fréquence, l'Intensité, le Temps et le Type d'exercice (FITT). La dose d'exercice d'entraînement aérobique ou en résistance est importante pour améliorer la forme et/ou le contrôle glycémique et peut être déterminée d'après les revues précédentes d'informations probantes. Idéalement, toute personne atteinte de diabète devrait être guidée, appuyée et supervisée en vue de commencer et de poursuivre un programme d'activité physique.

Fréquence : On recommande un entraînement 3 à 5 jours par semaine et éventuellement quotidiennement pour les personnes obèses (qui essayent de perdre du

Tableau 1 : L'AACPR recommande un TEP avant l'inscription au programme pour ces groupes²⁴

- Toutes les personnes atteintes de maladie coronarienne connue ou soupçonnée (sur la base des symptômes) quel que soit leur âge
- Les patients présentant une complication diabétique microvasculaire ou neurologique (rétinopathie, néphropathie, maladie vasculaire périphérique, neuropathie autonome, neuropathie périphérique)
- Les patients asymptomatiques suivants
 - patients atteints de diabète de type 1 depuis plus de 15 ans
 - patients atteints de diabète de type 1 âgés de plus de 30 ans
 - patients atteints de diabète de type 2 âgés de plus de 30 ans
 - patients atteints de diabète de type 2 depuis plus de 10 ans

AACPR = American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation

poids) et les patients recevant de l'insuline (dans le but d'une dépense énergétique prévisible). Bien que les jours de repos soient importants pour réduire la prévalence des blessures de stress, une certaine forme d'activité quotidienne devrait être conseillée.

Intensité : L'intensité des exercices prescrits doit correspondre au moins au seuil nécessaire pour améliorer la capacité fonctionnelle, mais doit être au-dessous d'un niveau pouvant entraîner des réponses défavorables. Dans le contexte de la réadaptation cardiaque, les exercices prescrits ont généralement une intensité modérée à forte (60 % à 80 % du VO_{2max}). Cette ligne de conduite correspond aux recommandations faites dans la revue de Boulé sur les exercices d'entraînement dans le diabète et en particulier, dans l'étude de Mourier et coll. qui ont constaté une réduction de 1,5 % du taux d'HbA_{1c} à une intensité d'exercice de 75 % du VO_{2max} . Les Lignes directrices de l'Association canadienne du diabète (ACD) recommandent de définir l'intensité des exercices en fonction de la fréquence cardiaque (p. ex. une intensité modérée correspond à 50 % à 70 % de la fréquence cardiaque maximale d'une personne)¹⁹. Cela peut être une approche raisonnable dans de nombreux cas, mais cette gamme peut être modifiée significativement par l'utilisation de médicaments réduisant la tension artérielle tels que les bêta-bloquants ou les inhibiteurs des canaux calciques et il faut reconnaître que l'estimation de la fréquence cardiaque maximale au moyen de formules simples couramment utilisées (p. ex. fréquence cardiaque maximale = 220 - âge) est souvent imprécise. Il est donc préférable de déterminer la fréquence cardiaque limitée par les symptômes d'après un test d'effort ou une surveillance de l'activité à l'aide d'un électrocardiogramme (ÉCG). Il est important de noter que les exercices d'intensité élevée (80 % du VO_{2max}) peuvent être associés à un risque cardiovasculaire plus élevé et à une plus faible adhérence que les exercices de plus faible intensité. Par conséquent, l'intensité initiale des exercices doit être établie à l'extrémité la plus faible de la gamme d'intensité et doit être augmentée progressivement et avec prudence.

Temps : Les exercices aérobiques prescrits initialement doivent durer 20 minutes par séance. Des séances plus courtes et plus fréquentes (par tranches de 10 minutes) d'une durée totale égale ou une séance continue plus longue offrent un bénéfice égal. Ainsi, les séances d'exercices plus courtes peuvent offrir un avantage chez les patients ayant une tolérance à l'effort plus faible lorsqu'ils commencent un programme d'exercice. L'objectif d'un tel programme est d'effectuer jusqu'à 60 minutes d'exercice par séance, en effectuant au total au moins 4 heures par semaine, avec une dépense énergétique correspondante d'environ 2000 kcal, selon la tolérance du patient. Les Lignes directrices de l'ACD recommandent d'ajouter des exercices d'entraînement en résistance ainsi que de commencer une série de 10 à 15 répétitions d'exercices pour les membres supérieurs et inférieurs à une intensité modérée¹⁹.

Les études signalant l'effet de l'entraînement en résistance le plus prononcé sur le contrôle glycémique

comprenaient des sujets ayant progressé à 3 séries d'environ 8 exercices d'une intensité moyennement élevée (8 répétitions avec un poids maximum pouvant être soulevé 8 fois), 3 fois par semaine. Les participants doivent commencer avec prudence lorsqu'ils font ces exercices de niveau plus élevé, en particulier les personnes âgées ou celles atteintes d'une maladie cardiaque ischémique sous-jacente, étant donné que les efforts avec une charge maximale ont des effets aigus défavorables sur la fréquence cardiaque, la tension artérielle et la demande myocardique en oxygène.

Type : Les exercices aérobiques (p. ex. la marche, le vélo, la natation, etc.) pour améliorer la capacité cardiovasculaire et les exercices en résistance (p. ex. poids légers ou bandes élastiques) pour améliorer la force musculaire et l'endurance sont recommandés pour tout le monde lorsque cela est possible. Les modalités d'exercice doivent être choisies en prenant en considération la présence de toutes complications (il faut éliminer les activités qui mettent en jeu les articulations portantes pour les patients atteints de neuropathie périphérique modérée à sévère et l'entraînement en résistance pour les patients atteints de rétinopathie proliférative modérée à sévère).

Progression des exercices

Dans la progression des exercices prescrits, on doit prendre en considération les signes, les symptômes et la réponse à l'exercice. Initialement, la fréquence et la durée des exercices prescrits, plutôt que l'intensité, doivent être augmentées. Pour les patients chez qui les exercices sont nouveaux, en particulier les patients obèses, il vaut mieux éviter d'en faire « trop, trop tôt ».

Programme d'exercice du Toronto Rehabilitation Institute pour les diabétiques

Le Programme de réadaptation cardiaque et de prévention secondaire du Toronto Rehabilitation Institute a élaboré un nouveau programme d'exercice pour les diabétiques sur la base de la consultation des Centres d'éducation sur le diabète et de prestataires de service dans le domaine, d'une revue de la littérature scientifique et une vaste expérience du conditionnement physique des sujets atteints d'une maladie cardiaque. Le Diabetes Exercise and Healthy Lifestyle Service aide les adultes vivant avec le diabète à améliorer leur force, leur forme physique, leur contrôle glycémique et leur qualité de vie dans l'ensemble. Le programme offre un programme d'exercices spécialisés, y compris un ECG d'effort avec la mesure directe du VO_{2max} au début et à la fin du programme, des classes d'exercices supervisées médicalement deux fois par semaine, la gestion du poids et la stratification individualisée du risque. Des séminaires à but éducatif sont offerts chaque semaine, ces programmes indiquent comment introduire un programme d'exercice sûr et efficace dans leur vie (y compris le contrôle de la glycémie), comment faire de meilleurs choix en matière de style de vie et comment minimiser les risques et les complications potentiels. Les exercices aérobiques prescrits ont une intensité

modérée à élevée (60 %-80 % du VO_{2max}) et comprennent la marche, le jogging ou le vélo, selon les besoins. Les exercices d'entraînement en résistance comprenant un enchaînement de 10 exercices avec des poids prescrits individuellement et des bandes élastiques (60 % de la charge maximale tolérée) sont introduits à la 8^e semaine du programme. Les marqueurs anthropométriques, métaboliques et de la forme sont surveillés pendant tout le programme.

Conclusion

Une mauvaise forme est un risque modifiable majeur pour les personnes atteintes de diabète. De nombreuses études épidémiologiques ont montré un lien évident entre la mauvaise forme et l'inactivité et les événements cardiaques et la mortalité. Des essais randomisés et contrôlés ont démontré les effets bénéfiques de l'exercice sur le contrôle glycémique, la résistance à l'insuline, d'autres facteurs de risque traditionnels et l'endurance cardiovasculaire. L'entraînement par l'exercice doit être activement encouragé comme traitement et comme stratégie préventive pour toutes les personnes atteintes de diabète. Les méthodes pour améliorer l'application des programmes d'exercice et l'adhérence à ceux-ci nécessitent d'être améliorées et sont actuellement à l'étude.

Paul Oh, M.D., FRCPC, FACP, est directeur médical, Programme de réadaptation cardiaque et de prévention secondaire, Toronto Rehabilitation Institute, Toronto, Ontario.

Nicole Foster, M.Sc. et Catherine Statton, B.Sc. participent au Programme de réadaptation cardiaque et de prévention secondaire, Toronto Rehabilitation Institute, Toronto, Ontario.

Références

- Physical activity and cardiovascular health. NIH Consensus Development Panel on Physical Activity and Cardiovascular Health. *JAMA* 1996;276: 241-6.
- Kavanagh T, Mertens DJ, Hamm LF, et al. Prediction of long term prognosis in 12169 men referred for cardiac rehabilitation. *Circulation* 2002; 106:666-671.
- Kavanagh T, Mertens DJ, Hamm LF, et al. Peak oxygen intake and cardiac mortality in women referred for cardiac rehabilitation. *J Am Coll Cardiol* 2003;42: 2139-43.
- Wei M, Gibbons LW, Kampert JB, et al. Low cardiorespiratory fitness and physical inactivity as predictors of mortality in men with type 2 diabetes. *Ann Intern Med* 2000;132:605-611.
- Hu FB, Stampfer MJ, Solomon C, et al. Physical activity and risk for cardiovascular events in diabetic women. *Ann Intern Med* 2001;134:96-105.
- Brandenburg SL, Reusch JE, Bauer TA, et al. The effects of exercise training on oxygen uptake kinetic responses in women with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 1999;22(10):1640-46.
- Yeater RA, Ullrich IH, Maxwell IP, Goetsch VL. Coronary risk factors in type II diabetes: response to low-intensity aerobic exercise. *West Virginia Medical Journal* 1990;86(7):287-90.
- Albright A, Franz M, Hornsby G, et al. ACSM Position Stand: Exercise and type 2 diabetes. *Med Sci Spor Exerc* 2002;32:1345-1360.
- Boulé NG, Kenny GP, Haddad E, Wells GA, Sigal RJ. Meta-analysis of the effect of structured exercise training on cardiorespiratory fitness in type 2 diabetes mellitus. *Diabetologia* 2003;46:1071-1081.
- Mourier A, Gautier JF, De Kerviler E, et al. Mobilization of visceral adipose tissue related to the improvement in insulin sensitivity in response to physical training in NIDDM. Effects of branched-chain amino acid supplementation. *Diabetes Care* 1997;20(3):385-91.
- Boulé NG, Haddad E, Kenny GP, Wells GA, Sigal RJ. Effect of exercise on glycemic control and body mass in type 2 diabetes mellitus. *JAMA* 2001;286: 1218-1227.

- Devlin JT, Hirshman M, Horton ED, Horton ES. Enhanced peripheral and splanchnic insulin sensitivity in NIDDM men after a single bout of exercise. *Diabetes* 1987;36 434-39.
- Ivy J. Exercise physiology and adaptations to training. In: *The Health Professional's Guide to Diabetes and Exercise*. Alexandria, VA: American Diabetes Association;1995:7-26.
- Khan BB. Type 2 diabetes: when insulin secretion fails to compensate for insulin resistance. *Cell* 1998;92:593-96.
- Dohm GL. Exercise effects on muscle insulin signalling and action invited review: regulation of skeletal muscle GLUT-4 expression by exercise. *J Appl Physiol* 2002;93:782-87.
- Krook A, Wallberg-Henriksson H, Zierath J. Sending the Signal: Molecular Mechanisms Regulating Glucose Uptake. *Med Sci Spor Exerc* 2004;36(7): 1212-1217.
- Sigal RJ, Purdon C, Fisher SJ, et al. Hyperinsulinemia prevents prolonged hyperglycemia after intense exercise in insulin-dependent diabetic subjects. *J Clin Endocrinol Metab* 1994;79:1049-1057.
- Schneider SH, Amorosa LF, Khachadurian AK, Ruderman NB. Studies on the mechanism of improved glucose control during regular exercise in type 2 (non-insulin-dependent) diabetes. *Diabetologia* 1984;26:325-60.
- Canadian Diabetes Association 2003 Clinical practice guidelines for the prevention and management of diabetes in Canada. *Can J Diabetes* 2003; 27(2):S1-152.
- Minuk HL, Vranic M, Marliss EB, Hanna AK, Albisser AM, Zinman B. Glucoregulatory and metabolic response to exercise in obese non-insulin-dependent diabetes. *Am J Physiol* 1981;240:E458-64.
- Bonora EM, Zener P, Branzi M, et al. Total body fat content and fat topography are associated differently with in vivo glucose metabolism in non obese and obese non diabetic women. *Diabetes* 1992;41:1151-59.
- Percheron C, Collette C, Mariano-Goulard D, et al., Relationship between insulin sensitivity, obesity, body fat distribution and b-endorphinaemia in obese women. *Int J Obes* 1998;22:143-48.
- Cuff DJ, Mensley GS, Martin A, et al. Effect of exercise modality to reduce insulin resistance in women with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2003;26(11): 2977-82.
- AACVPR 2003 guidelines for exercise stress testing

Réunions scientifiques à venir

4 au 6 février 2005

52nd Annual Advanced Postgraduate Course American Diabetes Association

New York, New York

Renseignements : ADA

Tél. : 800 680-0954

Fax : 972 349-7715

Courriel : ada@wyndhamjade.com

8 avril 2005

Diabetes Update 2005

Combination Therapies in the Management of Diabetes

Palais des congrès du Toronto métropolitain, Toronto

Renseignements : Formation continue,

faculté de médecine

Université de Toronto

Tél. : 416-978-2719

Fax : 416-971-2200

Site web : www.cme.utoronto.ca

Les avis de changement d'adresse et les demandes d'abonnement *Endocrinologie – Conférences scientifiques* doivent être envoyés par la poste à l'adresse B.P. 310, Station H, Montréal (Québec) H3G 2K8 ou par fax au (514) 932-5114 ou par courrier électronique à l'adresse info@snellmedical.com. Veuillez vous référer au bulletin *Endocrinologie – Conférences scientifiques* dans votre correspondance. Les envois non distribuables doivent être envoyés à l'adresse ci-dessus. Poste-publications #40032303

La version française a été révisée par le Dr Raphaël Bélanger, Montréal.

Fourni à titre de service à la médecine grâce à une subvention à l'éducation de

Aventis Pharma

© 2004 Division d'Endocrinologie et du Métabolisme, Hôpital St. Michael, Université de Toronto, seule responsable du contenu de cette publication. Éditeur : SNELL Communication Médicale Inc. en collaboration avec la Division d'Endocrinologie et du Métabolisme, Hôpital St. Michael, Université de Toronto. **Endocrinologie – Conférences scientifiques* est une marque de commerce de SNELL Communication Médicale Inc. Tous droits réservés. L'administration des traitements décrits ou mentionnés dans *Endocrinologie – Conférences scientifiques* doit toujours être conforme aux renseignements thérapeutiques approuvés au Canada. SNELL Communication Médicale Inc. se consacre à l'avancement de la formation médicale continue de niveau supérieur.