

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

EFFETS D'UN ENTRAÎNEMENT PAR INTERVALLE SUR UN APPAREIL
ELLIPTIQUE SUR LA SANTÉ MÉTABOLIQUE ET COMPOSITION CORPORELLE
CHEZ DES INDIVIDUS ÂGÉS PRÉ-DIABÉTIQUES OU DIABÉTIQUES DE TYPE 2.

MÉMOIRE

PRÉSENTÉ COMME EXIGENCE PARTIELLE
DE LA MAÎTRISE EN KINANTHROPOLOGIE

PAR

ANNIE FEX

FEVRIER 2013

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de ce mémoire se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.01-2006). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, je souhaite remercier mes directeurs de recherche à la maîtrise, Dre Mylène Aubertin Leheudre et Dr Antony Karelis, de m'avoir épaulée et guidée durant ses deux dernières années. Leur soutien et leur encadrement rigoureux m'ont mené à accomplir ce projet de recherche. Je les remercie pour la confiance qu'ils m'ont accordée dès mes débuts dans le domaine de la science et dans leurs laboratoires. Un merci sincère aux étudiants stagiaires qui ont su m'aider pour les entraînements et qui ont su être passionnés et assidus à travers leurs interventions.

De plus, un merci tout spécial aux participants qui ont su s'impliquer positivement et qui se sont donnés corps et âme dans ce projet de recherche. Je tiens également à remercier les organismes subventionnaires suivants : Instituts de Recherche en Santé du Canada (IRSC) et Fond de Recherche en Santé du Canada (FRSQ) qui m'ont supportée financièrement durant ma maîtrise, sans eux, ce projet n'aurait pu être aussi bien réalisé. D'autre part, j'aimerais remercier infiniment la technicienne de laboratoire, Carole Roy (UQAM) et le technicien en électronique, Robin Drolet (UQAM) pour leur patience et leur grande générosité. Finalement, mes sincères remerciements à ma famille, mes amis et mes collègues qui ont su me soutenir émotionnellement durant toute cette grande aventure.

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS	ii
TABLE DES FIGURES	v
LISTE DES TABLEAUX	vi
LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES	vii
LISTE DES SYMBOLES	ix
RÉSUMÉ.....	x
INTRODUCTION	
VIEILLISSEMENT.....	1
CHAPITRE I	
PROCESSUS PHYSIOLOGIQUES DE LA RÉSISTANCE À L'INSULINE	8
1.1 Mécanisme d'entrée du glucose dans la cellule	8
1.2 Activité physique et régulation de la glycémie	10
1.3 Mécanismes impliqués dans la résistance à l'insuline	11
1.4 Association (liens) entre la perte de masse et de force musculaire et la résistance à l'insuline	12
CHAPITRE II	
PRÉ-DIABÈTE ET DIABÈTE DE TYPE 2	14
2.1 Définition et critères de diagnostique	14
2.2 Épidémiologie du diabète de type 2	15
2.3 Changements physiologiques et diabète de type 2.....	17
2.4 Complications possible du diabète de type 2	19
CHAPITRE III	
BIENFAITS DE L'ACTIVITÉ PHYSIQUE	22
3.1 Entraînements traditionnels	23
3.2 Style de vie actuel et entraînements	26
3.3 Méthodes d'entraînement par intervalle	26
CHAPITRE IV	
OBJECTIF ET HYPOTHÈSE.....	29

CHAPITRE V	
MÉTHODOLOGIE.....	30
5.1 Sujets et critères d'inclusion	30
5.2 Mesures.....	32
5.3 Entraînement	41
5.4 Analyses statistiques et taille de l'échantillon	42
CHAPITRE VI	
RÉSULTATS	44
CHAPITRE VII	
DISCUSSION	47
7.1 Limites	53
CHAPITRE VIII	
CONCLUSION	55
8.1 Pertinence.....	55
TABLEAUX	57
APPENDICE A	
FORMULAIRE DE CONSENTEMENT.....	63
APPENDICE B	
CERTIFICAT ÉTHIQUE.....	81
APPENDICE C	
Q-AAP et X-AAP.....	83
APPENDICE D	
FEUILLE DE RÉSULTATS.....	90
APPENDICE E	
JOURNAL ALIMENTAIRE	98
APPENDICE F	
FICHE D'ENTRAÎNEMENT	100
APPENDICE G	
FICHE D'ASSIDUITÉ.....	102
Liste des références	104

TABLE DES FIGURES

Figure	Page
0,1 L'espérance de vie au Canada.....	1
0,2 Potentiels déterminants de la perte de la masse musculaire avec l'âge.....	3
0,3 Relation de l'âge et l'augmentation du pourcentage de la masse grasse chez des hommes normaux avec un indice de masse corporelle constant	4
0,4 Activité de LPL chez la femme péri et post ménopausée.....	5
0,5 Lien entre la force musculaire et la sensibilité à l'insuline chez les femmes post-ménopausées en surpoids et sédentaires.....	6
1.1 Mécanismes d'entrée de glucose dans la cellule	9
1.2 Causes de la résistance à l'insuline.....	11
2.1 Prévalence du diabète au Canada	16
2.2 Qualité musculaire des jambes et des bras chez les diabétiques ou non-diabétiques	17
2.3 Synthèse des propriétés des fibres musculaires.....	19
3.1 Amélioration du HbA1c avec entraînement en résistance et en endurance.....	24
3.2 Changements de la masse grasse abdominale à différents types d'exercice.....	27

LISTE DES TABLEAUX

Tableau	Page
6.1 Facteurs sociodémographiques des participants	57
6.2 Composition corporelle des participants.....	59
6.3 Santé métabolique, cardiorespiratoire et perçue des participants	61
6.4 Balance énergétique des participants	62

LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES

AAE	Acides aminés essentiels
AANE	Acides aminés non-essentiels
ACSM	American College of Sport Medecine
AGL	Acides gras libres
ATP	Adénosine triphosphate
CVF	Capacité vitale force
DCA	Analyseur du taux plasmatique de HbA1c
DEXA	Absorption bi-photonique à rayon X (<i>Dual energy X-ray</i>)
DEP	Débit expiratoire de pointe
FC	Fréquence cardiaque
IBE	Une méthode de détermination de la masse musculaire
HbA1c	Hémoglobine glyquée
HOMA	<i>Homeostatic model assessment</i>
IMC	Indice de masse corporelle
IRCM	Institut de Recherches Cliniques de Montréal
LPL	Lipoprotéine lipase
MCV	Maladies cardiovasculaires
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
PC	Poids corporel
PA	Pression artérielle
PCOS	Syndrome d'ovaire polykystique
PUFA	Gras poly insaturé

Q-AAP	Questionnaire sur l'aptitude à l'activité physique
QR	Quotient respiratoire
SFA	Acides gras saturés
VEMS	Volume expiratoire maximal par seconde
VO ₂ max	Consommation d'oxygène maximale
VO ₂ pic	Consommation d'oxygène de pointe
X-AAP	Évaluation médicale à l'aptitude à l'activité physique

LISTE DES SYMBOLES

batt/min	Battement cardiaque par minute
cm	Centimètre
cm ²	Centimètre carré
cm ³	Centimètre cube
g/L	Gramme par litre
h	Heure
kcal	Kilocalorie
kg	Kilogramme
kg/m ²	Kilogramme par mètre au carré
L	Litre
L/s	Litre par seconde
m ²	mètre au carré
min	Minute
mg/dl	Milligramme par décilitre
mg/ml	Milligramme par millilitre
mg/L	Milligramme par litre
ml(kg·min) ⁻¹	Millilitre par kilogramme par minute
mmHg	Millilitre de mercure
mmol/L	Millimole par litre
mph	Mille par heure
n	Nombre
ng	Nanogramme
nm	Nanomètre
UI	Unité international
U	Unité
<i>P</i>	Valeur significative
W	Watt

RÉSUMÉ

Introduction : La résistance à l'insuline est associée à une diminution de la force musculaire et à une augmentation de la masse grasse. Les adultes âgés diabétiques de type 2 ont deux à trois fois plus de risque de développer des incapacités physiques et des complications métaboliques. L'activité physique semble être un outil efficace pour prévenir le diabète de type 2, mais les habitudes de vie limitent le temps consacré à s'entraîner. Il est donc important de trouver de nouvelles méthodes d'entraînement de plus courtes durées mais aussi efficaces.

Objectif : Évaluer les changements obtenus à la suite d'un entraînement par intervalle en endurance de 12 semaines sur la santé métabolique et la composition corporelle chez des individus âgés de plus de 50 ans pré-diabétiques ou diabétiques de type 2.

Méthodes : Treize femmes post-ménopausées et 4 hommes ayant plus de 50 ans ont été recrutés. Les participants devaient avoir été diagnostiqués pré-diabétiques (glycémie à jeun $\geq 5,6$ mmol/L) ou diabétiques de type 2 (glycémie à jeun ≥ 7 mmol/L) depuis au moins 6 mois. La santé métabolique et cardiorespiratoire, la composition corporelle et la balance énergétique ont été mesurées. Tous les participants ont suivi un programme d'entraînement par intervalle sur elliptique de 12 semaines (30 min/séance, 3x/sem) supervisé par un kinésiologue.

Résultats : Suite à l'intervention, nous observons une diminution significative de la circonférence de taille ($P=0,02$) et des hanches ($P=0,03$), de la masse grasse des jambes ($P<0,01$) et appendiculaire en pourcentage ($P<0,01$), de la pression artérielle systolique et diastolique ($P<0,05$) et de la fréquence cardiaque de repos ($P=0,02$). Une augmentation significative de la masse maigre des jambes ($P=0,02$) et appendiculaire ($P=0,05$), de la capacité vitale forcée ($P=0,04$), de la consommation d'oxygène maximale ($P=0,02$) a été démontrée. De plus, parmi nos participants ($n=16$), 87,5% des diabétiques sont devenues pré-diabétiques ($n=6$) et 2 personnes ont une glycémie normale (12,5%).

Conclusion : Les résultats de l'étude démontrent un effet favorable au niveau de la composition corporelle et de la pression artérielle suite à un entraînement par intervalle sur elliptique de 12 semaines. Il est important de noter que les niveaux de glycémie ont tendance à diminuer suite à l'intervention. À la lumière de nos résultats, les professionnels de santé devront considérer cette intervention dans leurs planifications de programmes interventionnelles.

Mots clés : Diabète de type 2, entraînement par intervalle, santé métabolique, composition corporelle, vieillissement.

INTRODUCTION

VIEILLISSEMENT

Depuis 1950, avec l'amélioration de la santé mondiale (OMS, 2010b), l'espérance de vie a augmenté de plus de dix ans (St-Arnaud J, 2005). De nos jours au Canada, l'espérance de vie à la naissance est de 82 ans chez les femmes et de 77 ans chez les hommes (fig. 1). Par contre, l'espérance de vie en bonne santé est réduite à 74 ans chez les femmes et à 70 ans chez les hommes (OMS, 2010a). Chez la personne âgée, ce différentiel de 8 ans en moyenne est marqué par un état de dépendance physique, sociale ou psychologique. De plus, l'Organisation

Mondiale de la Santé (OMS) prévoit qu'il y aura 2 milliards de personnes âgées d'ici 2050 contre 650 millions actuellement (OMS, 2007). Plus spécifiquement, au Canada en 2005, Statistique Canada estimait que 4,2 millions de canadiens avaient plus de 65 ans et il prévoit que ce nombre va doubler d'ici 2036 (Statistique Canada, 2006). Or, ce vieillissement des populations crée des problèmes majeurs de société.

En effet, la santé et la condition physique des gens diminuent progressivement avec le vieillissement. Selon Spirduso en 2005, seulement 5 % des gens âgés étaient en excellente santé contre 25 % frêles et 70 % autonomes (Spirduso, 2005). Dû à ces problèmes de santé ou ces incapacités fonctionnelles, les personnes âgées sont ainsi institutionnalisées créant une augmentation des coûts de santé (OMS, 2010b). Les soins de santé et leur proximité sont, donc, nécessaires pour la prévention des maladies chez les individus âgés et pour la prise en

Espérance de vie à la naissance, selon le sexe, Canada, 1950-1952 à 2002

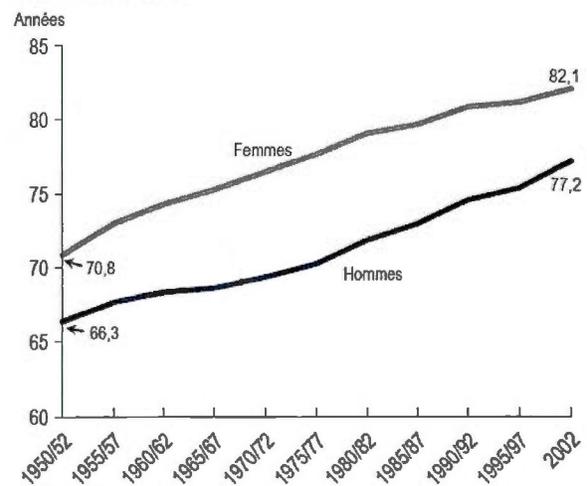


Figure 0.1 L'espérance de vie au Canada (St-Arnaud J, 2005)

charge des pathologies chroniques de la population dépendante et fragile (OMS, 2010b). Le sédentarisme est un mode de vie commun chez les gens âgés ce qui contribuerait à des complications métaboliques et à une accélération de la perte d'indépendance fonctionnelle (ACSM, 2004). Ainsi, de par ces facteurs, il est important de promouvoir des habitudes de vie saines afin de contrer ces phénomènes.

LES MODIFICATIONS ASSOCIÉES AU VIEILLISSEMENT

Le phénomène du vieillissement est associé à des modifications de la composition corporelle, du stress oxydatif et de la régulation de l'insuline ce qui favoriserait une augmentation du risque d'incidence de pathologies chroniques. Le vieillissement est associé à un changement de la composition corporelle, plus précisément, à une perte de masse maigre et à un gain de masse grasse (Zafon, 2007).

Masse maigre

Une des modifications importantes accompagnant le vieillissement est la perte de masse maigre, et plus spécifiquement de masse musculaire, impliquant une perte de force et d'endurance (Evans, 1995). Cette perte de masse maigre durant un vieillissement normal se nomme la sarcopénie (Evans, 1995). La sarcopénie de type I et de type II se définit comme étant une valeur de masse maigre d'une ou de deux déviations standards au-dessous de la valeur d'une population de référence respectivement (jeunes adultes en santé) (Baumgartner *et al.*, 1998). Environ 40 % de la masse musculaire est perdue entre 20 et 80 ans (Narici *et al.*, 2004), cette perte décline de 1 à 2 % par an dès l'âge de 50 ans (Marcell, 2003) et s'accélère autour de 65 à 70 ans (Waters *et al.*, 2000). Plus précisément, entre 65 et 74 ans, les hommes perdent 3,6 kg et les femmes 0,4 kg (Genton *et al.*, 2011). Les causes potentielles de la perte de masse musculaire sembleraient découler d'un déséquilibre protéolytique (synthèse versus dégradation des protéines) au niveau de la cellule musculaire (Proctor *et al.*, 1998) et des altérations aux niveaux neuromusculaires, mécaniques, contractiles et des composants architecturaux (Hunter *et al.*, 2004). Plus précisément, la perte de masse

musculaire lors du vieillissement se caractérise par la diminution des fibres musculaires de type II (responsable des contractions rapides) (Lexell, 1995), la diminution de la synthèse des protéines musculaires (Karakelides and Nair, 2005) ainsi que chez la personne âgée, la composition des fibres musculaires qui est plus importante en type I ce qui pourraient expliquer la diminution de la masse musculaire (Lexell, 1995).

Cette perte de masse maigre entraîne des effets métaboliques soit une diminution du métabolisme de repos, une diminution de l'activité physique, une plus grande résistance à l'insuline et une augmentation des risques de diabète de type 2, de dyslipidémie et d'hypertension (Karakelides and Nair, 2005). De plus, la sarcopénie contribue à la morbidité, à une diminution de la qualité de vie et à une augmentation des coûts de santé chez les aînées (Karakelides and Nair, 2005). Plusieurs hypothèses ont été émises sur les facteurs causant la sarcopénie comme le taux d'hormones estrogènes, la sédentarité, la génétique, le tabagisme, etc. (fig. 2).

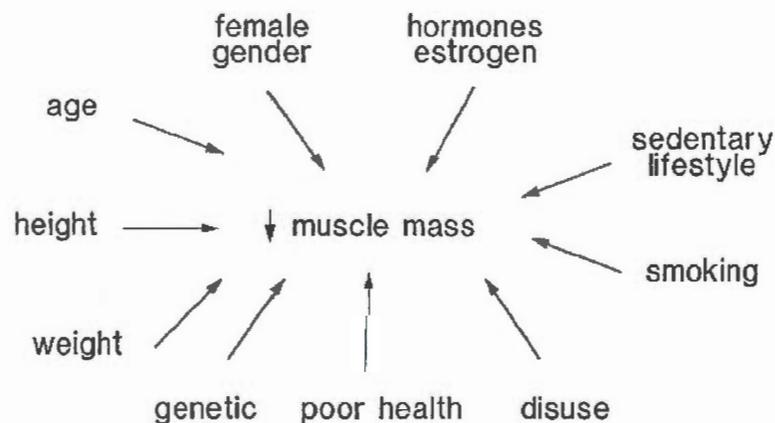


Figure 0.2 Potentiels déterminants de la perte de la masse musculaire avec l'âge (Harris, 1997)

Masse grasse

Par ailleurs, dans des études longitudinales, Hugues et al. (2002) ont démontré que le vieillissement est également associé à un gain de masse grasse (Hughes *et al.*, 2002) même si le poids corporel reste similaire (fig. 3) (Seidell and Visscher, 2000). En effet, il est important de noter que malgré un poids stable, la quantité de masse grasse a une tendance significative à augmenter avec

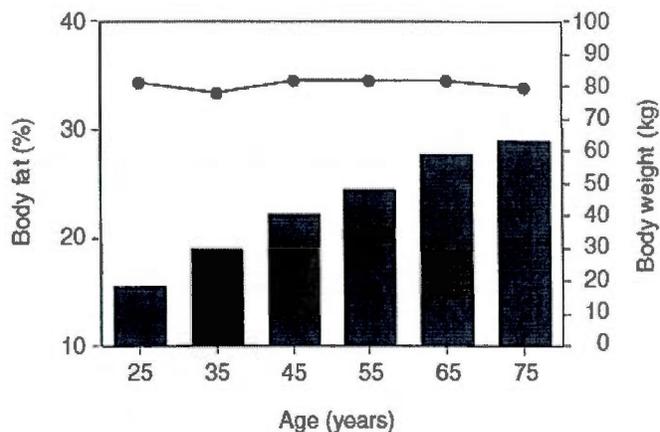


Figure 0.3 Relation de l'âge et l'augmentation du pourcentage de la masse grasse chez des hommes normaux avec un indice de masse corporelle constant (Prentice and Jebb, 2001)

le vieillissement (Prentice and Jebb, 2001). Avec l'âge, la redistribution de la masse grasse est favorisée à l'abdomen plus particulièrement au niveau viscéral (Seidell and Visscher, 2000). L'accumulation de la masse grasse est essentiellement au niveau abdominal (Shimokata *et al.*, 1989, Wang *et al.*, 1994), modifiant la composition corporelle vers une forme androïde (plus néfaste pour la santé) (Ley *et al.*, 1992). Cette distribution de la masse grasse sous forme androïde favorise les risques de développement de maladies cardiovasculaires, du diabète et des risques coronariens (Garaulet *et al.*, 2002, Jedrzejuk and Milewicz, 2005, Polotsky and Polotsky, 2010). La diminution de la lipolyse dans les dépôts de masse grasse viscéral pourrait potentiellement expliquer cette accumulation de masse grasse viscérale (Seidell and Visscher, 2000). Il est important de noter que la dépense énergétique totale incluant les activités physiques chez les personnes âgées est plus basse que chez les jeunes (Ferraro *et al.*, 1992, Manini, 2010) ce qui pourrait possiblement expliquer cette augmentation de la masse grasse avec l'âge vieillissant.

La masse grasse est également responsable de l'augmentation du stress oxydant et des dommages qui l'accompagnent (Matthews *et al.*, 1989, Wing *et al.*, 1991). En effet, l'obésité

créerait une diminution du signal de l'insuline au niveau du muscle squelettique, en raison de niveaux élevés du stress oxydatif (Dandona *et al.*, 2004). La circonférence de la taille serait un meilleur prédicteur des risques de la mortalité que l'indice de masse corporelle élevé et que le ratio de la circonférence de taille et des hanches (taille / hanches) (Seidell and Visscher, 2000).

Plus spécialement chez la femme ménopausée, les risques de maladies cardiovasculaires (Gordon *et al.*, 1978, Kannel, 1987) sont reliés à une redistribution de la masse grasse (Zamboni *et al.*, 1992) qui serait elle-même induite par une modification de l'activité lipoprotéine lipase (LPL) (Ferrara *et al.*, 2002). Une des raisons qui pourrait expliquer la prédisposition d'une accumulation de masse grasse au niveau abdominal chez les femmes post-ménopausées est le haut niveau d'activité de la LPL et le bas niveau d'activité de la lipolyse qui a lieu à la ménopause (fig. 4) (Ferrara *et al.*, 2002). Or, cette activité est sensible au taux d'estrogène plasmatique circulant (Stevenson *et al.*, 1994). De plus, le ratio taille / hanches et le ratio masse grasse viscérale / masse grasse sous-cutanée sont significativement plus élevés chez les femmes post-ménopausées ($p < 0,05$) (Garaulet *et al.*, 2002). Or, les problèmes métaboliques sont davantage reliés aux tissus adipeux viscéraux autant chez les hommes que chez les femmes (Garaulet *et al.*, 2001) et au niveau d'estrogène plasmatique qu'avec l'indice de masse corporelle (Garaulet *et al.*, 2002).

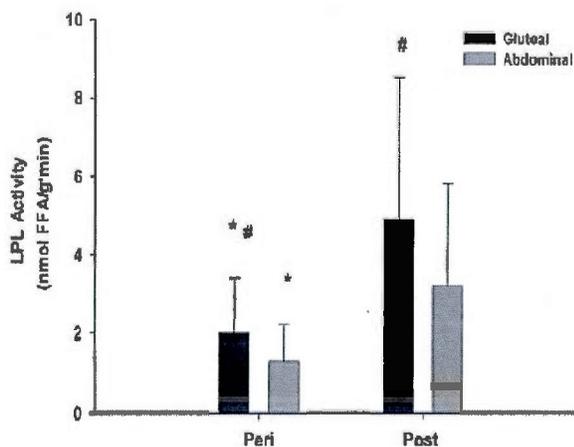


Figure 0.4 Activité de LPL chez la femme péri et post ménopausée (Ferrara *et al.*, 2002)

Force musculaire

Entre 50 et 60 ans, la force musculaire diminue d'environ 1,5 % par an et d'environ 3 % par an après 60 ans (Vandervoort, 2002). Cette diminution contribuerait à une augmentation de la dépendance physique et de la mortalité (Clark and Manini, 2008). La perte de force musculaire avec l'âge normal se définit comme la dynapénie (Manini and Clark, 2011). La dynapénie de type I et de type II se définit comme étant une valeur de force musculaire d'une ou de deux déviations standards au-dessous de la valeur d'une population de référence (jeunes adultes en santé). La perte de force musculaire est associée à une diminution de la capacité fonctionnelle chez les personnes âgées (Clark and Manini, 2008) et à une augmentation de l'incidence de chutes et de fractures (Kostka, 2005, Lindle *et al.*, 1997). De plus, une faible force musculaire est associée à une augmentation du développement des complications métaboliques ce qui pourraient augmenter le risque du diabète de type 2 et de mortalité (De Rekeneire *et al.*, 2003). Par exemple, dans une revue de littérature, il a été rapporté une relation positive entre la sensibilité à l'insuline et la force musculaire (Artero *et al.*, 2012), plus spécifiquement, des membres inférieurs chez les femmes post-ménopausées (fig. 5) (Karelis *et al.*, 2007).

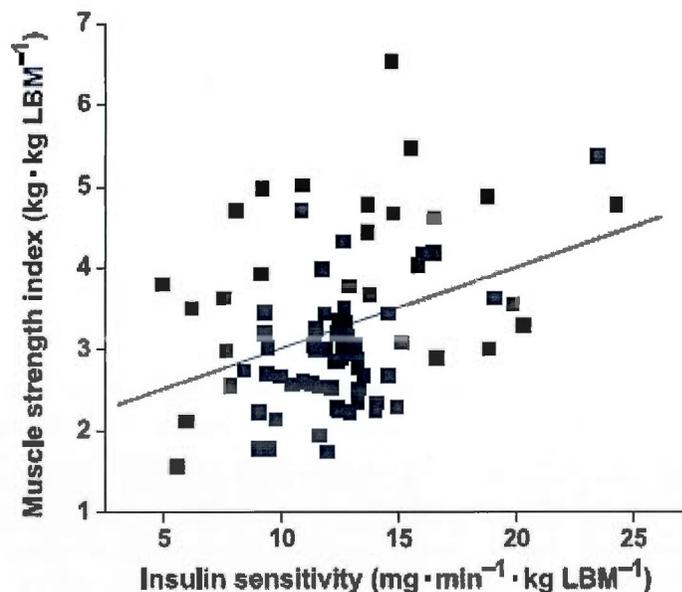


Figure 0.5 Lien entre la force musculaire et la sensibilité à l'insuline chez les femmes post-ménopausées en surpoids et sédentaires (Karelis *et al.*, 2007)

Les causes de cette perte de force musculaire avec l'âge seraient multifactorielles et pourraient être associées à des facteurs neuronaux (déficit de l'activation neuronale) et à des facteurs musculaires (système neuro-musculaire) (Manini and Clark, 2011). Par exemple, les femmes post-ménopausées dynapéniques de type I semblent avoir de plus faibles fonctions cardiorespiratoires (consommation d'oxygène maximale (VO_2 max) et volume expiratoire maximal par seconde (VEMS)) (Barbat-Artigas *et al.*, 2010). La combinaison de la dynapénie et de l'obésité chez un même individu semblerait être plus fortement associée à une plus faible capacité physique fonctionnelle comme par exemple la vitesse de la marche comparativement à un individu dynapénique seulement ou obèse seulement (Bouchard and Janssen, 2010).

D'autre part, chez la femme, une des étapes physiologiques et normales marquant son entrée dans le vieillissement est la ménopause. La ménopause se caractérise par une cessation des menstruations. Du point de vue clinique, une femme ménopausée ne doit pas avoir eu de cycle menstruel depuis 12 mois consécutifs (Burger, 1994). Ce phénomène est le résultat d'une diminution de la production folliculaire au niveau ovarien (Burger, 1994) et d'une réduction de la production des hormones sexuelles (Jedrzejuk and Milewicz, 2005). Au niveau hormonal, la ménopause se caractérise par une diminution progressive de la sécrétion de progestérone et d'œstrogène et par une diminution légère du taux d'androgènes. Physiologiquement, la ménopause se définit par une augmentation du taux plasmatique des hormones stimulo-folliculaires et lutéales (Burger *et al.*, 2002). Un tiers de la vie d'une femme se déroule donc dans l'état post-ménopausique (Jedrzejuk and Milewicz, 2005). Or, la perte des fonctions ovariennes induit une réduction du métabolisme de repos, du niveau de dépenses énergétiques en activité physique et de la masse maigre, une augmentation du niveau de masse grasse et une accumulation des tissus adipeux abdominaux (Polotsky and Polotsky, 2010) ce qui augmente les risques d'hypertension, d'hypercholestérolémie et de diabète de type 2 (Jedrzejuk and Milewicz, 2005). De plus, la période post-ménopausique est marquée par une diminution de 40% de l'autonomie (Jedrzejuk and Milewicz, 2005).

CHAPITRE I

PROCESSUS PHYSIOLOGIQUES DE LA RÉSISTANCE À L'INSULINE

1.1 MÉCANISME D'ENTRÉE DU GLUCOSE DANS LA CELLULE

L'insuline est un agent hypoglycémiant permettant au glucose de notre alimentation de quitter la circulation sanguine et d'entrer dans les cellules pour le transformer en glycogène (glucose stocké) ou en énergie à la suite d'un exercice physique. Les îlots de Langerhans sont localisés dans le pancréas, ces dernières possèdent des cellules bêta qui sécrètent de l'insuline. Lorsque la glycémie est élevée (après un repas par exemple), les cellules bêta augmentent la sécrétion de l'insuline (Guyton, 2010).

L'insuline permet la pénétration et l'utilisation du glucose sanguin dans de nombreuses cellules, plus spécialement, dans les cellules des tissus musculaires et adipeux. L'insuline se lie sur deux sites, le foie et les tissus insulino-dépendants (les muscles et tissus adipeux) (Guyton, 2010). Premièrement, le foie dégrade 50 % de l'insuline et le reste va permettre d'empêcher la libération du glucose par l'intermédiaire de l'altération de deux mécanismes : la glycogénolyse (dégradation du glycogène) et la néoglucogénèse (production de glucose à partir du lactate et des acides aminés). Cela signifie que l'insuline empêche le foie de libérer le glucose. De plus, les tissus insulino-dépendants en présence d'insuline vont permettre la pénétration du glucose sanguin et la formation de glycogène musculaire. Les voies dépendantes de l'insuline et les voies indépendantes de l'insuline sont les deux principaux chemins pouvant parvenir à faire entrer du glucose dans la cellule (fig. 1.1) (Winder, 2001).

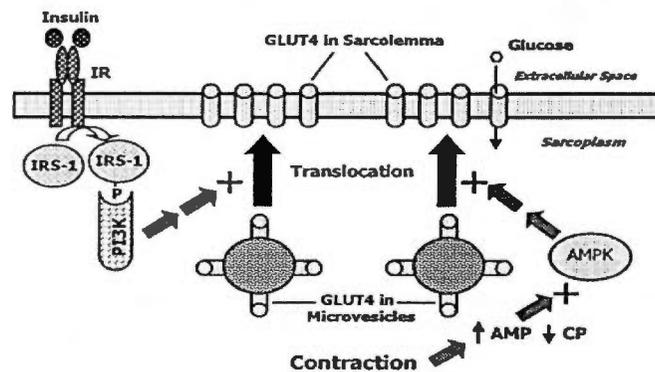


Figure 1.1 Mécanismes d'entrée de glucose dans la cellule (Winder, 2001)

La voie dépendante de l'insuline

L'insuline va se fixer à un récepteur sur la membrane de la cellule, ce qui va permettre de translocaliser des GLUT4 (transporteur de glucose) dans la cellule. Les GLUT4 iront sur la surface de la membrane cellulaire ce qui permettra au glucose d'entrée à l'intérieur de la cellule. Lorsque le glucose se trouve dans les cellules, il est stocké en glycogène ou il est utilisé pour produire des ATP (source d'énergie de l'organisme) (Winder, 2001).

Voie indépendante de l'insuline (par contraction musculaire)

La rentrée du glucose peut aussi se faire par la contraction musculaire. Une contraction musculaire peut permettre aux GLUT4 de se translocaliser et d'aller vers la membrane (surface) de la cellule via l'activation de l'AMPK. La voie indépendante de l'insuline (par contraction musculaire) semblerait être aussi efficace que la voie dépendante de l'insuline et permettrait au glucose de traverser dans la cellule (Winder, 2001).

Il est important de noter que les GLUT4 activés par une contraction musculaire ne proviennent pas de la même réserve que lorsqu'il y a présence d'insuline. L'activité physique permettrait d'augmenter le nombre de GLUT4 et la sédentarité diminuerait le nombre de GLUT4 (Winder, 2001, Guyton, 2010).

Par ailleurs, il est important de mentionner qu'il existe plusieurs transporteurs de glucose localisés sur la membrane au niveau du muscle squelettique. En plus des GLUT4 qui sont utilisés lors de l'activité physique ou avec l'aide de l'insuline, on y retrouve aussi les GLUT1 qui sont utilisés au repos (Winder, 2001, Guyton, 2010).

1.2 ACTIVITÉ PHYSIQUE ET RÉGULATION DE LA GLYCÉMIE

L'activité physique contribue à une diminution de la glycémie. Le muscle en contraction augmente la rentrée de glucose. Même si les effets sont indépendants, deux principaux systèmes sont responsables de la rentrée du glucose par la cellule, la stimulation par l'insuline et la contraction musculaire (Guyton, 2010).

Lors des premières minutes d'un effort physique, le muscle va utiliser ses propres réserves de glycogène. Par contre, les réserves de glycogène ne sont pas suffisantes pour effectuer une activité physique prolongée. L'augmentation du débit sanguin va permettre au muscle d'aller chercher le glucose dans la circulation sanguine. L'utilisation du glucose sanguin dans le muscle lors des activités physiques provoque une diminution de la glycémie sans hypoglycémie car il y a une augmentation de la production hépatique de glucose par la glycogénolyse et néoglucogénèse. Les modifications métaboliques à l'activité physique sont régulées par le système neuroendocrinien. Ce système permet de diminuer la sécrétion de l'insuline pendant l'activité physique et de jouer un rôle important dans l'homéostasie glucidique en augmentant la production hépatique de glucose. L'activité physique permettrait l'amélioration de la sensibilité à l'insuline par l'augmentation de l'action de translocation des GLUT4 pour faire entrer le glucose dans la cellule (Guyton, 2010)

De plus, l'accumulation du gras intramusculaire à long terme dans les muscles pourrait inhiber la voie de signalisation. Alors, une diminution du gras intramusculaire aiderait à l'amélioration de la voie de signalisation de l'insuline. Par ailleurs, un athlète peut avoir un haut niveau de gras intramusculaire mais son utilisation de gras se fera rapidement (*turn over rate*) (Guyton, 2010).

1.3 MÉCANISMES IMPLIQUÉS DANS LA RÉSISTANCE À L'INSULINE

Les personnes pré-diabétiques ou diabétiques de type 2 produisent de l'insuline en quantité insuffisante ou l'utilisent incorrectement. La résistance à l'insuline peut être due à un déficit de conversion (insuline anormale), à une production insuffisante (insulinopénie), à une dégradation d'hormones antagonistes (anticorps anti-insuline), à un nombre insuffisant de récepteurs insuliniques (moins d'affinités), à l'activité kinase auto-phosphorylation insuffisante, à un transport insuffisant ou à une activité insuffisante. Donc, la résistance à l'insuline serait multi-causale (Fig. 1.2) (Bendayan, 1995).

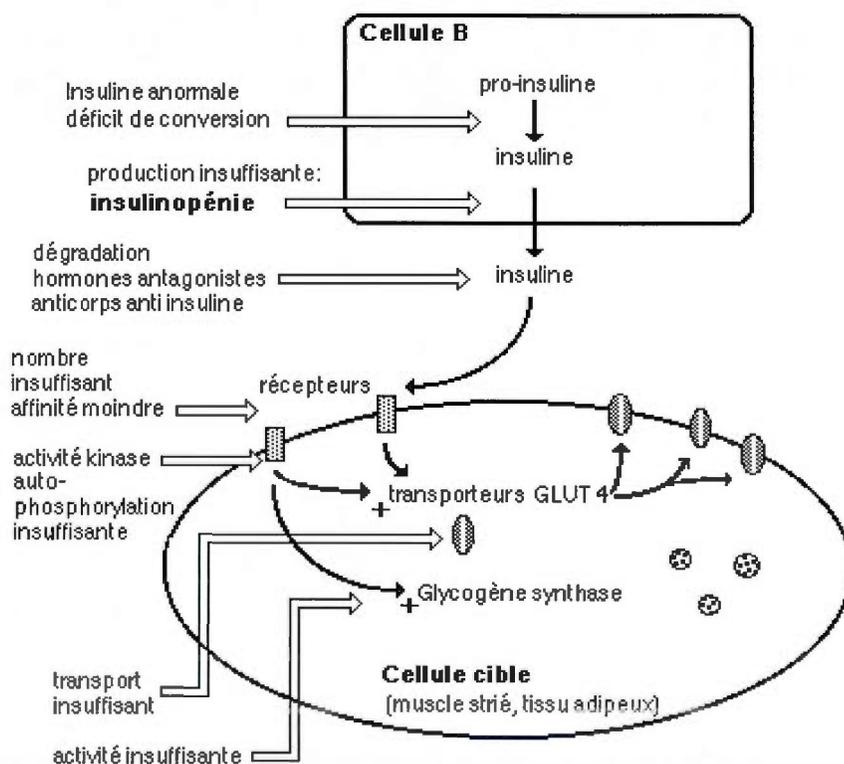


Figure 1.2. Causes de la résistance à l'insuline (Bendayan, 1995)

La relation entre l'âge et la résistance à l'insuline serait associée à une détérioration du traitement du glucose du muscle qui de ce fait détériorerait la production d'énergie intracellulaire et aboutirait à une contraction musculaire plus faible (Zamboni *et al.*, 1999). De plus, le cercle vicieux entre l'action de l'insuline et le déclin de la pratique d'activité physique (avec l'âge ou non) aggraverait progressivement le degré de la résistance à l'insuline (Zamboni *et al.*, 1999).

1.4 ASSOCIATION (LIENS) ENTRE LA PERTE DE MASSE ET DE FORCE MUSCULAIRE ET LA RÉSISTANCE À L'INSULINE

L'insuline joue un rôle majeur dans la régulation du métabolisme protéique musculaire (augmentation de la quantité de protéine musculaire). Cela suggère que l'insuline est un facteur majeur de la régulation de la phosphorylation oxydative mitochondriale dans la masse musculaire squelettique. L'insulinorésistance contribuerait à la perte de masse musculaire. La résistance à l'insuline qui se développe avec le vieillissement lors de la perte de masse musculaire protéique caractériserait la sarcopénie (Guillet and Boirie, 2005). In vitro, la synthèse des protéines est stimulée par l'insuline (Fulks *et al.*, 1975, Jefferson *et al.*, 1974), alors que l'insuline inhiberait la dégradation des protéines (Denne *et al.*, 1991, Fryburg *et al.*, 1990). L'inhibition de la protéolyse, induite par l'insuline durant l'infusion de cette dernière, diminue la concentration plasmatique d'acides aminés (Adibi *et al.*, 1975, Alvestrand *et al.*, 1988). La combinaison de l'action de l'insuline et des acides aminés stimulerait la synthèse protéique dans la masse musculaire protéique (Bennet *et al.*, 1990, Mosoni *et al.*, 1993). La résistance à l'insuline avec l'âge serait associée à une diminution de la capacité oxydative mitochondriale de la masse musculaire squelettique et à une diminution de l'effet de l'insuline sur la synthèse mitochondriale protéique (Guillet *et al.*, 2004) chez les personnes diabétiques de type 2 (Kelley *et al.*, 2002) et chez les individus obèses (He *et al.*, 2001). Ces altérations dans la fonction mitochondriale contribueraient à la détérioration de la fonction du muscle ce qui engendrait des problèmes métaboliques et de contractilité chez les personnes âgées (Guillet and Boirie, 2005).

La faible capacité oxydative mitochondriale résulte en une accumulation de gras dans la masse musculaire squelettique (gras intra-musculaire) ce qui pourrait mener au développement de la résistance à l'insuline (Petersen *et al.*, 2003).

Or, la contraction des fibres de type I est plus dépendante à l'entrée et au métabolisme du glucose que la contraction des fibres de type IIa et IIx (Song *et al.*, 1999). Les fibres musculaires de type I répondraient mieux à l'insuline et serait plus représentatives chez les personnes âgées (Staron *et al.*, 2000). De plus, l'élévation de la résistance à l'insuline est associée à une faible force musculaire (Abbatecola *et al.*, 2005). Il y aurait une relation significative entre la résistance à l'insuline et la force de préhension chez les femmes âgées (Abbatecola *et al.*, 2005) et chez les hommes âgés (Atlantis *et al.*, 2009). D'ailleurs, une association significative entre la réduction de la force musculaire et la résistance à l'insuline a été démontrée (Iannuzzi-Sucich *et al.*, 2002). Chez les femmes diabétiques de type 2, il y a une plus grande prévalence au déclin de la force musculaire comparativement aux hommes (Lord *et al.*, 1993). La résistance à l'insuline impliquée dans le diabète de type 2 pourrait avoir un effet sur la force musculaire chez les femmes âgées (Abbatecola *et al.*, 2005) et chez les hommes âgés (Atlantis *et al.*, 2009).

Les causes du diabète de type 2 sont l'obésité par sa résistance à l'insuline, la sédentarité par la baisse de l'activation des GLUT4 pour faire entrer le glucose dans les cellules et la diminution de la perte de masse musculaire par sa faible capacité d'oxydation ce qui accumulerait le gras intramusculaire créant ainsi une résistance à l'insuline (Guyton, 2010).

CHAPITRE II

PRÉ-DIABÈTE ET DIABÈTE DE TYPE 2

2.1 DÉFINITION ET CRITÈRES DE DIAGNOSTIQUE

Le diabète de type 2 est une maladie chronique qui se caractérise par une dysfonction au niveau du pancréas (Belmin J, 2003). Le pancréas possède des îlots de Langerhan qui se composent majoritairement des cellules Alpha (responsable du glucagon) et des cellules Beta (responsable de l'insuline). La fonction principale de l'insuline est d'assurer la régulation du métabolisme du glucose dans tous les tissus sauf le cerveau (Mc Ardle, 2001). Le diabète de type 2 est associé à la résistance à l'insuline surtout au niveau des muscles squelettiques (Ivy, 1997). La résistance à l'insuline indique une diminution de la capacité de l'insuline à stimuler l'entrée du glucose dans les cellules (Ivy, 1997). Donc, l'organisme surproduit de l'insuline en réaction à une augmentation du taux du glucose sanguin qui résultera éventuellement en une diminution de la sécrétion d'insuline. Les facteurs de risque pour la résistance à l'insuline sont la génétique, l'obésité, l'inactivité physique, l'âge, la médication et les désordres rares (Guyton, 2010).

Les critères de diagnostique pour le diabète de type 2 sont d'avoir une glycémie à jeun supérieure à 7,0 mmol/L ou une glycémie mesurée deux heures après une hyperglycémie provoqué (75 g de glucose) supérieure à 11,1 mmol/L (IDF, 2005). Ces résultats doivent être pris deux fois et sur deux journées différentes afin de confirmer le diagnostique (Belmin J, 2003). Le diabète de type 2 est souvent difficile à diagnostiquer sans que la personne ait eu des complications. Dans la littérature scientifique, il est de plus en plus admis de le diagnostiquer avec l'hémoglobine glyquée (HbA1c \geq 6,5 %) (IDF, 2005). L'HbA1c est un ensemble de molécules de glucose rattaché à une hémoglobine qui serait un meilleur indice du contrôle de la glycémie sur une longue durée. L'HbA1c aurait une durée de vie de trois mois. Un individu normal aurait entre 4 et 6 % d'HbA1c. Par ailleurs, les critères de

diagnostique pour le pré-diabète sont d'avoir une glycémie à jeun supérieure à 5,6 mmol/L et inférieure à 7,0 mmol/L (IDF, 2005).

2.2 ÉPIDÉMIOLOGIE DU DIABÈTE DE TYPE 2

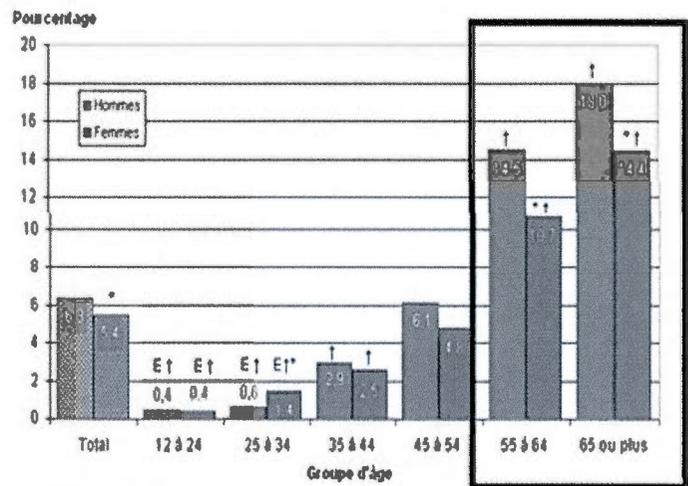
Le diabète de type 2 est un problème de santé publique qui prend une proportion pandémique (Narayan *et al.*, 2000). La prévalence du diabète de type 2 est à la hausse au niveau planétaire (Wild *et al.*, 2004). Par ailleurs, ce diabète, qui était anciennement une maladie d'adultes ou de personnes âgées, touche maintenant les enfants (Harris *et al.*, 1996). Cette problématique apporte un raccourcissement de l'espérance de vie et une diminution du nombre d'années en bonne santé (Narayan *et al.*, 2003). Il est important de noter que le diabète de type 2 représente 90 % des personnes diabétiques rencontrés (OMS, 2009).

Dans de nombreux pays, de 5 à 10 % du budget des soins de santé est absorbé par le diabète et plus de 50 % de ces dépenses sont attribuables aux complications du diabète (OMS, 2003). Outre les incidences financières du diabète pour le malade et sa famille, la douleur, l'anxiété et la baisse de la qualité de vie ont un énorme coût, impalpable et difficilement mesurable (OMS, 2003). La prévalence dans les pays développés est plus haute que dans les pays en développement (King *et al.*, 1998). En 2000, au moins 171 millions de personnes dans le monde étaient atteintes de diabète de type 2 et ce chiffre pourrait doubler d'ici 2030 (OMS, 2003). La majorité des personnes diabétiques ont entre 45 et 64 ans. Il y a plus de femmes que d'hommes diabétiques spécialement dans les pays développés (King *et al.*, 1998). Dans les pays en développement, le nombre de diabétique augmentera de 150 % d'ici 25 ans (OMS, 2003). Dans le futur, il y aura une plus grande concentration de personnes diabétiques dans les lieux urbains (King *et al.*, 1998).

La prévalence du diabète augmente dans les pays occidentaux (Belmin J, 2003). En 2001, une étude anticipait une augmentation du nombre de personnes diabétiques de type 2 de 165 % entre 2000 et 2050 aux États-Unis (Boyle *et al.*, 2001). Au Canada en 2008, 5 % de la population de plus de 12 ans a été diagnostiquée diabétique et 4,9 % pour la province du Québec (Statistique Canada, 2010) (fig. 2.1).

Chaque année dans le monde, 3,2 millions de décès sont attribuables au diabète. La progression mondiale du diabète résultera du vieillissement de la population, de l'accroissement démographique, de l'augmentation de la prévalence de l'obésité, d'une mauvaise alimentation et de la sédentarité (OMS, 2003).

Près de la moitié des personnes atteintes d'un diabète de type 2 ignorent qu'elles souffrent de cette maladie potentiellement mortelle (OMS, 2003). Même si le nombre de personnes diabétiques est stable, le nombre de personnes âgées augmente ce qui fait augmenter par le fait même la prévalence du diabète (Wild *et al.*, 2004).

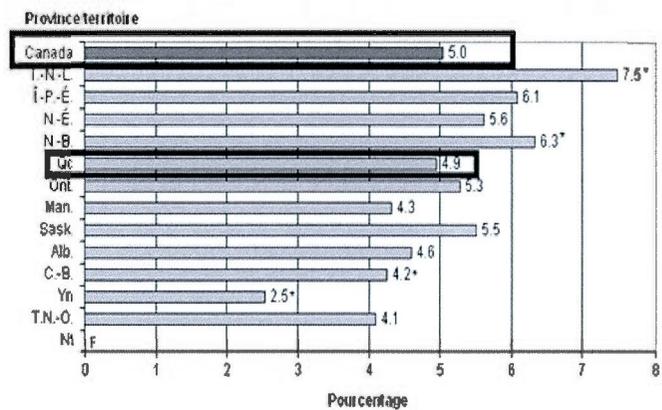


* valeur significativement différente de l'estimation pour les hommes ($p < 0,05$)

† valeur significativement différente de l'estimation globale pour le même sexe ($p < 0,05$)

‡ à interpréter avec prudence (coefficient de variation entre 16,6 % et 33,3 %)

Source : Enquête sur la santé dans les collectivités canadiennes, 2008.



* valeur significativement différente de l'estimation pour le Canada ($p < 0,05$)

F données supprimées (coefficient de variation supérieur à 33,3 %)

Nota : Normalisation selon l'âge par méthode directe en prenant pour référence la population canadienne de 1991

Source : Enquête sur la santé dans les collectivités canadiennes, 2008.

Figure 2.1. Prévalence du diabète au Canada (Statistique Canada, 2010)

Ainsi, comme dans d'autres pays, la prévalence auto-déclarée du diabète de type 2 au Canada a augmenté aussi bien chez les hommes que chez les femmes entre 2000 et 2008, ce même après avoir tenu compte de l'effet du vieillissement de la population (Wild *et al.*, 2004).

2.3 CHANGEMENTS PHYSIOLOGIQUES ET DIABÈTE DE TYPE 2

Les personnes diabétiques de type 2 diagnostiquées et non-diagnostiquées démontrent une perte excessive de masse maigre principalement au niveau appendiculaire et une augmentation de la masse grasse totale et du tronc (Park *et al.*, 2009). Chez les adultes âgés diabétiques de type 2 versus chez les non-diabétiques, il y aurait une relation plus représentative entre l'accélération de la perte de la masse musculaire au niveau des jambes et l'état du diabète (Park *et al.*, 2009, Park *et al.*, 2007). Les femmes âgées diabétiques de type 2 ont un risque plus élevé de perte de masse musculaire squelettique (Park *et al.*, 2009). Cette perte de masse musculaire squelettique peut être expliquée par le fait qu'une personne résistante à l'insuline connaîtrait plus de résistance à la synthèse protéique (Pereira *et al.*, 2008) et la sédentarité (Karakelides and Nair, 2005). En effet, l'entrée de protéine dans la cellule et la synthèse des protéines sont plus difficiles chez les personnes diabétiques de type 2 que chez les personnes saines. Par contre, pour la dégradation protéique, il n'y a pas de différence (Pereira *et al.*, 2008). De plus, la résistance à l'insuline chez le Diabétique de type 2 peut aussi résulter en une réduction de la synthèse des protéines (Pereira *et al.*, 2008).

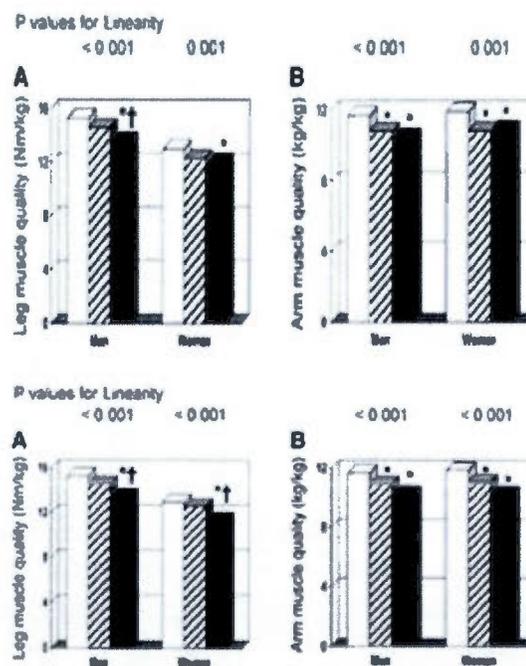


Figure 2.2. Qualité musculaire des jambes et des bras chez les diabétiques ou non-diabétiques (Park *et al.*, 2007)

Il faut aussi noter qu'une faible masse musculaire peut nuire à la disposition du glucose au niveau du muscle squelettique. Or, ce dernier est connu pour être un site majeur de l'utilisation de glucose (Morley, 2008). Les adultes âgés ayant le diabète de type 2 ont deux à trois fois plus de risque de développer des incapacités physiques (Gregg *et al.*, 2000). Par exemple, les personnes âgées ayant le diabète de type 2 ont une perte de force des muscles extenseurs des genoux plus rapide que les individus non-diabétiques (fig. 2.2) (Park *et al.*, 2007).

La perte de masse musculaire et de force musculaire chez les personnes âgées diabétiques de type 2 résulte en une augmentation des limitations fonctionnelles et des incapacités physiques (Park *et al.*, 2009). Chez les personnes diabétiques de 60 ans et plus, 32 % des femmes et 16 % des hommes ont rapporté une incapacité de marcher le quart d'un mile, de monter un escalier ou de faire le ménage comparativement à 14 % des femmes et 8 % des hommes sans diabète (Gregg *et al.*, 2000). Plus précisément, chez les femmes diabétiques ont aussi une vitesse de marche lente, une fonction inférieure du bas de corps, une diminution de l'équilibre et une augmentation des risques de chute (Gregg *et al.*, 2000). Ces fardeaux et ces incapacités fonctionnelles associés au diabète de type 2 détériorent la qualité de vie (Gregg *et al.*, 2000).

La sédentarité et le vieillissement sont responsables de la diminution des fibres musculaires de type II et ce phénomène provoquerait une résistance à l'insuline vu qu'elles sont glycolytiques (fig. 2.3).

	Fibres 1	Fibres Ia	Fibres IIx
Propriétés contractiles	Élevé	Moyen	Faible
Morphologie vasculaire	Moyen	Élevé	Faible
Mitochondries	Moyen	Élevé	Faible
Potentiel glycolytique Lactique	Faible	Moyen	Élevé
Potentiel glycolytique Aérobie	Élevé	Moyen	Faible
Oxydation lipidique	Élevé	Moyen	Faible

Figure 2.3. Synthèse des propriétés des fibres musculaires (Poortemans, 2009)

2.4 COMPLICATIONS POSSIBLE DU DIABÈTE DE TYPE 2

Les risques de mortalité chez les personnes diabétiques de type 2 sont deux fois plus importants que chez les personnes non-diabétiques (OMS, 2009). En 2000, 3,2 millions de personnes sont mortes suite à des complications du diabète. Les maladies cardiovasculaires sont responsables de 50 à 80 % des décès des personnes diabétiques (principalement cardiopathie et accident vasculaire cérébral) (OMS, 2009). Une personne âgée atteinte du diabète tend à avoir une accélération du processus du vieillissement (Mazza and Morley, 2007). C'est pour cette raison que le diabète engendre plus rapidement un état de fragilité (Morley, 2008). L'état de fragilité se définit quand une personne présente une détérioration du muscle et des fonctions nerveuses, une déclinaison des réserves cardiorespiratoires et une perte de la fonction exécutive (Abellan van Kan G, 2008). D'autre part, chez les personnes

diabétiques, la perte d'homéostasie amène à une plus grande vulnérabilité (Morley, 2008). D'ailleurs, les femmes diabétiques de type 2 ont une plus grande tendance aux chutes que les femmes non-diabétiques (Volpato *et al.*, 2005). Le risque de chute est de 78 % chez les personnes diabétiques de type 2 contre 30 % chez les non-diabétiques (Maurer *et al.*, 2005). Les facteurs traditionnels de risque de chute chez les personnes diabétiques sont les douleurs musculo-squelettiques, l'utilisation de l'insuline, l'obésité et une faible performance des membres inférieurs (Volpato *et al.*, 2005). D'ailleurs, l'artériopathie des membres inférieurs apporte une perte d'autonomie et un risque d'amputation. Les personnes diabétiques sont vulnérables aux infections en contexte d'hyperglycémie (Belmin J, 2003). Lorsque l'individu présente des complications vasculaires, neurologiques ou infectieuses et des insuffisances rénales cela augmenterait sa vulnérabilité surtout au niveau des pieds (Belmin J, 2003).

Les complications reliées au diabète proviennent, dans la majorité des cas, du syndrome métabolique (Karakelides and Nair, 2005). L'élément essentiel dans le syndrome métabolique est la résistance à l'insuline (Reaven, 1988). La combinaison résistance à l'insuline et hyperinsulinémie augmente le risque des individus à être hypertendus et à avoir des caractéristiques dyslipidémiques (importante concentration sanguine de triglycérides et un taux bas de lipoprotéine de haute densité (HDL). Par ailleurs, cette résistance à l'insuline entraîne aussi des risques d'hypertension, de dislipidémie, d'athérosclérose et de syndrome d'ovaire polykystique (PCOS) (Ivy, 1997). Ces changements augmentent de ce fait les risques de maladies cardiovasculaires (Reaven, 2005). D'autre part, une diminution de la capacité cardiorespiratoire est observée en présence de diabète de type 2 ce qui peut favoriser les risques d'incapacités (Estacio *et al.*, 1998). Or, la détérioration des fonctions du bas du corps est reconnue pour être une cause majeure de perte d'indépendance physique (Gregg *et al.*, 2000).

Finalement plusieurs facteurs ont été identifiés comme prédictors des incapacités reliées au diabète incluant l'obésité (Gregg *et al.*, 2000, Gregg *et al.*, 2002), les maladies coronariennes (Gregg *et al.*, 2000, Gregg *et al.*, 2002, Ryerson *et al.*, 2003), les accidents vasculaires cérébraux (Gregg *et al.*, 2000), l'arthrite (Gregg *et al.*, 2000; Gregg *et al.*, 2002) et la dépression (De Rekeneire *et al.*, 2003). Néanmoins, une proportion des incapacités n'est pas

expliquée par ces facteurs. Ces complications fréquemment rencontrées chez les personnes diabétiques de type 2 ont besoin d'être prévenues en trouvant de solutions non pharmacologiques. Certaines personnes diabétiques de type 2 peuvent maîtriser leur pathologie simplement en modifiant leur mode de vie. Néanmoins, la régulation du métabolisme du glucose (glucose uptake) exige souvent la prise de médicament par voie orale et moins fréquemment de l'insuline (OMS, 2009).

CHAPITRE III

BIENFAITS DE L'ACTIVITÉ PHYSIQUE

Une prescription adéquate d'activité physique semblerait être en mesure d'assurer le maintien de la qualité de vie et la prolongation de l'indépendance fonctionnelle chez les personnes âgées et diabétiques de type 2 (ACSM, 1998). L'activité physique, en plus de la modification de l'alimentation et de la médication, serait recommandée comme une des trois principales avenues préventives et thérapeutiques du diabète de type 2 (Nathan *et al.*, 2008). Les interventions en activité physique permettraient l'amélioration du contrôle de la glycémie (Praet *et al.*, 2008, De Feyter *et al.*, 2007). L'activité physique semble être un outil efficace pour la prévention et le traitement du diabète de type 2 (Sanz *et al.*, 2010). Par exemple, une modification du style de vie (activité physique et alimentation) permettrait de réduire de 50 % l'incidence du diabète de type 2 avec une diminution du taux d'HbA1c (Sanz *et al.*, 2010). Les interventions en activité physique amélioreraient significativement le contrôle glycémique d'HbA1c de 0,6 % (Sanz *et al.*, 2010). Le HbA1c est significativement associé aux risques de maladies cardiovasculaires et aux décès prématurés (Khaw *et al.*, 2001). De plus, lors d'activité physique à haute intensité, il semble que le niveau d'HbA1c diminue de façon plus prononcée (Sanz *et al.*, 2010).

Les recommandations sur l'activité physique comme moyen de prévention des maladies chroniques ont été émises puisque celle-ci est reconnue pour améliorer la santé globale, métabolique et plus spécifiquement, celle des individus en surpoids ou pré-diabétiques (ACSM, 2006). L'activité physique semble être une des méthodes non-pharmacologiques efficaces pour contrer ou prévenir ces phénomènes. Les deux styles d'entraînements traditionnels: l'entraînement en résistance et en endurance devraient être encouragés chez les personnes diabétiques de type 2 (Sanz *et al.*, 2010, ACD and Diabète, 2009). De plus, l'Association Canadienne du Diabète (ACD) suggère aux personnes diabétiques d'augmenter les activités physiques tout en diminuant la sédentarité (ACD, 2009). Plus précisément, l'ACD propose 150 minutes d'activité physique en aérobie par semaine et 8 à 10 différents

exercices en résistance pour tous les muscles du corps (10 à 15 répétitions, intensité modérée) (ACD, 2009).

Au Canada, 41 % des individus ayant plus de 55 ans sont inactifs (StatistiqueCanada, 2006). Le manque de temps pour être physiquement actif est la première cause de sédentarité au Québec chez les personnes âgées de plus de 65 ans. Il est important de noter que la maladie ne vient qu'au troisième rang des causes de sédentarité auprès de cette clientèle (Kino-Québec, 2002).

3.1 ENTRAÎNEMENTS TRADITIONNELS

L'entraînement aérobique a démontré chez les personnes diabétiques de type 2 une amélioration du contrôle de la glycémie, de la sensibilité à l'insuline et du VO_2 max (Zanuso *et al.*, 2010). Une étude de Soman *et al.* (1979) à l'aide d'un entraînement continu chez des adultes en santé (6 semaines, 4 x semaine, 1 heure de vélo stationnaire) a démontré une forte corrélation entre les changements de la capacité aérobique (VO_2 max) et l'amélioration du contrôle glycémique et la sensibilité à l'insuline (Soman *et al.*, 1979). Deux études ont démontré qu'un entraînement en aérobie chez les femmes et hommes âgés et diabétiques de type 2 augmentait significativement le VO_2 max, améliorait le contrôle métabolique (niveau de glycémie) et la pression artérielle (diastolique) (Monteiro *et al.*, 2010, Ng *et al.*, 2010). Ces améliorations diminueraient les risques de maladies cardiovasculaires (Monteiro *et al.*, 2010).

Il a été démontré qu'un entraînement en résistance améliorait autant la sensibilité à l'insuline qu'un exercice en aérobie (Ivy, 1997). Par exemple, un entraînement en résistance (3 mois, 3 x semaine, entraînement en résistance concentrique et excentrique, 75 - 85 % de la répétition maximale, 3 séries de 10 répétitions, 90 à 120 secondes de récupération entre les exercices, 9 appareils) diminue significativement plus le HbA1c que chez les personnes sans intervention (Dunstan *et al.*, 2002). Ce changement est probablement dû à une amélioration du stockage et de l'utilisation du glucose dans le muscle chez le Diabétique de type 2 (Zanuso *et al.*, 2010, Dunstan *et al.*, 2002). Dans une autre étude chez les personnes âgées diabétiques de type 2, un programme d'entraînement en résistance (16 semaines, 3 x semaine, 3 séries de 8 répétitions, intensité 60-80 % de la répétition maximale, 5 exercices sur appareil pneumatique) démontrait une augmentation de la masse maigre de 1,2 kg sans modifier la masse corporelle totale et une diminution de la pression artérielle systolique (Castaneda *et al.*, 2002). Comparativement au groupe contrôle, le programme d'entraînement en résistance aurait réduit la masse grasse abdominale de 0,7 kg (Castaneda *et al.*, 2002).

De plus, un entraînement en résistance (10 semaines, 3 séries de 8 à 10 répétitions, 7 exercices, 2 minutes de récupération entre les séries) et un entraînement en aérobie (10 semaines, 3 x semaine, entraînement progressif sur tapis roulant en continu de 20 à 30

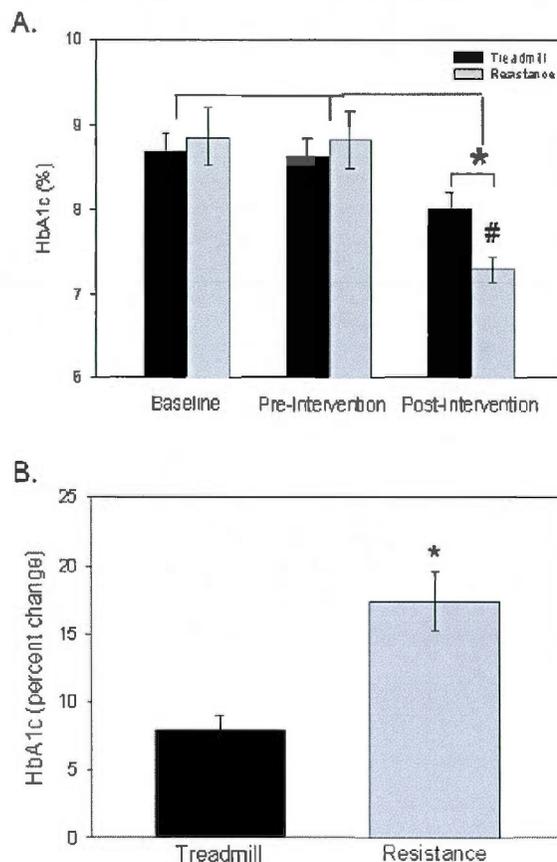


Figure 3.1. Amélioration du HbA1c avec entraînement en résistance et en endurance (Bweir *et al.*, 2009)

minutes la séance, 60 à 75 % de la fréquence cardiaque maximale) réduisent tous les deux efficacement le niveau de glucose sanguin et le niveau d'HbA1c, mais l'entraînement en résistance produirait une diminution plus significative du niveau d'HbA1c (Bweir *et al.*, 2009) (fig. 3.1). Par contre, une autre étude a démontré que l'amélioration du HbA1c semble être plus marquée par un entraînement en aérobie que par un entraînement en résistance ou par rapport au groupe contrôle.

D'ailleurs, il a été suggéré que de combiner les deux entraînements durant six mois (résistance : 7 exercices, 2 à 3 séries, 7 à 9 répétitions et aérobie : progression de 15 minutes à une intensité de 60 % de la fréquence cardiaque maximale à 45 minutes à une intensité de 75 % de la fréquence cardiaque maximale) semble être plus avantageux pour améliorer le taux d'HbA1c (Sigal *et al.*, 2007). D'ailleurs, ceci a été confirmé par une autre étude qui a relevé que la combinaison entraînement en aérobie et en résistance diminuait l'HbA1c (0,8 %) chez les personnes diabétiques de type 2 (Snowling and Hopkins, 2006). Il faut noter que la combinaison d'entraînement en force (6 semaines, 2 x semaine, 4 à 6 séries, 2 à 6 répétitions, 80-90 % de la répétition maximale, 2 minutes de repos entre les séries) et en aérobie (6 semaines, 2 x semaine, marche sur tapis roulant 25 minutes 80 % de la fréquence cardiaque maximale selon Karvonen) améliorait la force musculaire et la capacité aérobie chez les personnes diabétiques (Taylor, 2007). Néanmoins, l'étude d'Arora en 2009 a démontré qu'avec un programme d'entraînement de huit semaines en résistance (échauffement de 5 minutes sur vélo stationnaire, 7 exercices, 3 séries à 10 répétitions, progression de 60 à 100 % de la répétition maximale, retour au calme 5 minutes vélo stationnaire) et en endurance aérobie (3 x semaine, 30 minutes de marche), il y avait une diminution de l'HbA1c de respectivement, 17,7 % et de 17,9 % (Arora *et al.*, 2009). De plus, cette étude avec les deux méthodes d'entraînement a montré une diminution au niveau des triglycérides plus marquée qu'avec l'entraînement en résistance (Arora *et al.*, 2009) et une diminution significative du cholestérol total et de la pression artérielle systolique autant avec un programme d'entraînement en résistance qu'en endurance aérobie (Arora *et al.*, 2009).

Ainsi, les études portant sur les entraînements traditionnels (résistance et endurance continu) ont démontré une amélioration de la composition corporelle et du profil métabolique

(Castaneda *et al.*, 2002). Néanmoins, les conclusions portant sur ces deux méthodes d'entraînement sont parfois contradictoires dû à des différences méthodologiques (durée, intensité, volume et population).

3.2 STYLE DE VIE ACTUEL ET ENTRAÎNEMENTS

Les habitudes de vie actuelles (emploi, famille et loisirs) limitent le temps que l'on peut passer dans un centre de conditionnement physique pour s'entraîner. Il est devenu apparent que le coût énergétique et de temps des protocoles d'exercice ne peut plus correspondre à un moyen faisable pour rendre efficace un programme d'exercice chez les personnes ayant un surpoids (Clark, 2010). Il est maintenant nécessaire d'examiner comment les différents modes d'exercice pourraient être capables de s'adapter aux contraintes du nouveau style de vie des individus en surpoids (la moyenne de l'indice de masse corporelle pour les participants était de 35 kg/m^2) (Clark, 2010).

Avec cette diminution de temps consacré à l'activité physique et la sédentarité des individus âgés, il est important de trouver de nouvelles méthodes d'entraînement de plus courtes durées mais aussi intenses. L'une des méthodes d'entraînement qui semble être la plus applicable et celle qui a de plus grands bénéfices (réponses physiologiques) que l'entraînement en endurance ou en résistance traditionnel est l'entraînement par intervalle (Clark, 2010).

3.3 MÉTHODES D'ENTRAÎNEMENT PAR INTERVALLE

Lors d'exercice aérobique, plus l'intensité de l'effort est élevée, meilleur sera le contrôle de la glycémie et de la sensibilité à l'insuline chez les personnes diabétiques de type 2 (Mourier *et al.*, 1997, Hordern *et al.*, 2009). L'entraînement par intervalle consiste en des périodes d'effort à haute intensité entrecoupées de périodes de repos. L'entraînement par intervalle chez les jeunes femmes (15 semaines sur vélo stationnaire, 5 minutes d'échauffement, 20 minutes maximum; 8 secondes sprint maximal, 12 secondes récupération, nombre de répétition maximale est 60, charge de 0,5 kg et progression par 0,5 kg par fois, retour au

calme 5 minutes) permettrait d'augmenter plus significativement la capacité cardiovasculaire qu'un entraînement en endurance continu (Trapp *et al.*, 2008).

Des études ont démontré chez les jeunes femmes qu'un programme de 15 semaines d'exercice par intervalle à haute intensité diminuait plus significativement la masse grasse totale, abdominale, sous-cutanée des jambes et du tronc ainsi qu'une résistance à l'insuline comparativement à un entraînement continu (fig. 3.2) (Trapp *et al.*, 2008).

Ils ont démontré qu'il y avait une corrélation entre la perte de masse grasse abdominale et la concentration de l'insuline lors des changements survenant après l'entraînement (Trapp *et al.*, 2008). Dans une autre étude, un

programme d'entraînement par intervalle sur tapis roulant réalisée chez des adolescents obèses (6 mois, 2 x semaine, échauffement de 10 minutes à une intensité de 70 % de la fréquence cardiaque maximale, 4 x 4 minutes à 90 - 95 % fréquence cardiaques maximale, 3 minutes récupérations actives à 70 % de la fréquence cardiaque maximale, retour au calme 5 minutes à 70 % de la fréquence cardiaque maximale) démontre une amélioration significative de la sensibilité à l'insuline (calculée par l'HOMA) de 23,9% (Tjonna *et al.*, 2009). De plus, l'étude a démontré une diminution de 7 % de la masse grasse abdominale (Tjonna *et al.*, 2009).

De plus, l'entraînement par intervalle (test de Wingate sur ergocycle 4 à 6 fois avec des repos de 4 minutes, 6 sessions en 2 semaines) a aussi démontré une augmentation du VO₂ max, une augmentation de la fonction endothéliale, une diminution de l'indice de masse corporelle, une diminution du pourcentage de masse grasse, une diminution de la pression artérielle et une régulation du taux de glucose sanguin et d'insuline (Tjonna *et al.*, 2009). De plus, des

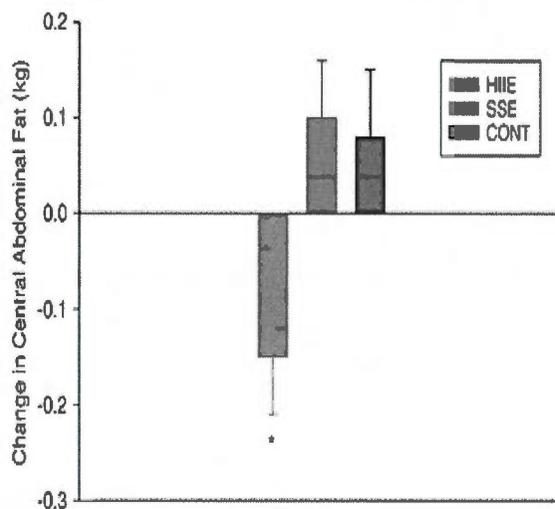


Figure 3.2. Changements de la masse grasse abdominale à différents types d'exercice (Trapp *et al.*, 2008)

adaptations musculo-squelettiques avec un entraînement par intervalle ont été observées après seulement deux semaines d'intervention (Gibala and McGee, 2008, Tjonna *et al.*, 2009). Un entraînement à haute intensité en intervalle semble donc être une stratégie pour améliorer plusieurs adaptations métaboliques comme l'augmentation de la capacité oxydative des muscles squelettiques de la performance en endurance, l'augmentation du contenu glycogène, la réduction de la vitesse d'utilisation du glucose, la réduction de la production de lactate, l'augmentation de la protéine musculaire transporteur de glucose, l'augmentation de marqueur mitochondrial et l'augmentation de la capacité oxydative des lipides (Gibala and McGee, 2008).

Une étude de Moholdt *et al.* (2009) sur tapis roulant a démontré une meilleure amélioration (significative) du VO_2 max lors d'un entraînement en intervalle (6 mois, 5 x semaine, 8 minutes échauffement à 70 % de la fréquence cardiaque maximale, 4 x 4 minutes à 90 % de la fréquence cardiaque maximale, 3 minutes de repose actif à 70 % de la fréquence cardiaque maximale et 5 minutes de retour au calme à 70 % de la fréquence cardiaque maximale) comparativement à un entraînement en continu (6 mois, 5 x semaine, 46 minutes continu à 70 % de la fréquence cardiaque maximale) (Moholdt *et al.*, 2009). De plus, une étude de Molmen-Hansen *et al.* (2011) a démontré qu'un entraînement en intervalle sur tapis roulant (12 semaines, 3 x semaine, 90 % de la fréquence cardiaque maximale) comparativement à un entraînement en continu (12 semaines, 3 x semaine, 70 % de la fréquence cardiaque maximale) diminuerait davantage les risques cardiovasculaires et abaissait davantage la pression artérielle chez des individus hypertendus (Molmen-Hansen *et al.*, 2011). Les bénéfices de l'entraînement par intervalle mentionnés ci-dessus sont similaires autant chez les femmes que chez les hommes (Hwang *et al.*, 2011, Moholdt *et al.*, 2012).

Finalement, l'entraînement par intervalle semble obtenir les mêmes résultats que l'entraînement en endurance normal, mais tout en prenant trois fois moins de temps et en faisant brûler dix fois plus de calories (Gibala and McGee, 2008). Or, dans une société qui déclare manquer de temps pour pratiquer de l'activité physique cette nouvelle méthode d'entraînement pourrait être une nouvelle avenue chez les individus âgés pré-diabétiques et diabétiques de type 2.

CHAPITRE IV

OBJECTIF

Évaluer les changements obtenus à la suite d'un entraînement par intervalle en endurance de 12 semaines sur la santé métabolique et la composition corporelle chez des individus âgés ayant plus de 50 ans pré-diabétiques ou diabétiques de type 2.

HYPOTHÈSE

Le programme d'entraînement par intervalle sur elliptique de 12 semaines va permettre d'améliorer l'état du diabète (glycémie et HbA1c à jeun).

CHAPITRE V

MÉTHODOLOGIE

Il s'agit d'une étude de type interventionnel de 12 semaines. Des prises de mesure ont été effectuées lors des évaluations pré- et post-intervention. Ce projet a été accepté éthiquement par le comité d'éthique du Département de Kinanthropologie de l'Université du Québec à Montréal présidé par monsieur Marc Bélanger (voir certificat en annexe).

5.1 SUJETS ET CRITÈRES D'INCLUSION

Dans le cadre de ce projet d'étude, 18 femmes post-ménopausées ayant plus de 50 ans pré-diabétiques ou diabétiques de type 2 et 7 hommes ayant plus de 50 ans pré-diabétiques ou diabétiques de type 2 ont été recrutés. Deux participants ont abandonné (abandons femmes n = 2, hommes n = 0). Pour raison médicale (blessures ou maladies), quatre participants ont dû être exclus de l'étude (femmes n = 2, hommes n = 2). Pour un manque d'assiduité (inférieur à 80% des séances (29/36)), nous avons dû retirer 2 participants des analyses (retraits femmes n = 1, hommes n = 1). Les participants devaient répondre aux critères d'inclusion suivants : être sédentaires, être en surpoids et avoir une médication stable (voir critères d'inclusion plus détaillés). Ils ont été recrutés sur une base volontaire pour participer à ce projet de recherche par le biais de l'Institut de Recherche Clinique de Montréal, les CSSS de Montréal, l'Université du Québec à Montréal et les centres d'hébergement pour les personnes âgées (recrutement par affiche et présentation de type «Grand Public»).

Les critères d'inclusion sont :

- femme ayant plus de 50 ans et post-ménopausée (sans menstruation consécutive depuis 12 mois) ou homme ayant plus de 50 ans;
- Être diagnostiqué pré-diabétique ou Diabétique de type 2 depuis 6 mois (glycémie supérieur à 5,6 mmol/L);
- Absence d'incapacités physiques (se déplace sans aide);

- Médication stable (depuis 3 mois);
- Indice de masse corporelle (IMC) entre 25 et 45 kg/m² ou circonférence de taille supérieure à 80 cm pour les femmes ou 90 cm pour les hommes;
- Non-fumeur;
- Buveur modéré (< 2 verres par jour);
- Poids stable (depuis 6 mois; \pm 2 kg);
- Sédentaire depuis au moins trois mois (< 2 heures d'activité physique structurée par semaine);
- Aucune contre-indication médicale à la pratique d'activité physique (avoir répondu non à toutes les questions du questionnaire sur l'aptitude à l'activité physique (Q-AAP) ou fournir une évaluation médicale à l'aptitude à l'activité physique (X-AAP) signé par un médecin).

Afin d'assurer l'admissibilité des participants, une entrevue téléphonique a été réalisée à l'aide d'un questionnaire demandant les critères d'inclusion. Après avoir vérifié l'admissibilité, le participant s'est présenté pour sa première visite d'évaluation de la condition physique à l'Université du Québec à Montréal au département de Kinanthropologie. Il devait venir à jeun depuis 12 heures (prise de la médication de façon normale). Cette première visite est dans le but d'obtenir le consentement du participant (signature du formulaire de consentement), de recueillir les renseignements personnels, de connaître l'historique-démographique et d'effectuer la prise des mesures des tests suivants : composition corporelle (poids, taille, méthode de détermination de la masse musculaire (IBE), *Dual energy X-ray* pour absorptiométrie biphotonique à rayons X (DEXA), circonférence de la taille, circonférence des hanches, masse grasse intra-abdominale), capacités fonctionnelles (force de préhension, force de l'extension des membres inférieurs et capacités cardiovasculaires), niveau de glycémie à jeun et niveau d'HbA1c à jeun.

De plus, à la fin de cette visite, le participant a reçu les instructions concernant le Armband (accéléromètre bi-axial pour estimer la dépense énergétique) et le journal alimentaire. La tenue du journal alimentaire a lieu durant trois jours consécutifs soit, deux jours de semaine et un jour de fin de semaine. Le Armband doit être porté durant sept jours consécutifs. Le

journal alimentaire complété et le Armband doivent être rapportés à l'Université du Québec à Montréal au Département de Kinanthropologie. Si désiré par le participant, un responsable de recherche peut recueillir le journal alimentaire et le Armband au domicile du participant.

Après la première visite et avoir rapporté le matériel, le participant débute son programme d'entraînement sur elliptique par intervalle (explication du choix de l'appareil, voir page 40). À la suite des 12 semaines d'entraînement, le participant est invité à repasser la même batterie de tests et selon le même protocole. Les conditions d'entraînement par intervalle en endurance sur elliptique et les temps pré- et post- intervention sont les variables indépendantes pour le projet de recherche. Les mesures (variables dépendantes) qui ont été prises dans le cadre de l'étude sont la composition corporelle (mesures anthropométriques, ultrason; gras abdominal, DEXA et force musculaire), la capacité cardiorespiratoire (VO_2 pic, fréquence cardiaque au repos et pression artérielle), la santé métabolique (glycémie à jeun et HbA1c; marqueur de diabète), la dépense énergétique quotidienne (Armband) et le bilan alimentaire (journal alimentaire de 3 jours).

5.2 MESURES

À jeun avant le déjeuner

Santé glycémique

Avant de débiter l'étude, les participants devaient être préalablement diagnostiqués diabétiques de type 2 ou pré-diabétiques par un médecin. Par la suite, au début du projet lors de l'évaluation pré-entraînement, une prise de mesure a été effectuée pour connaître le niveau d'HbA1c à jeun et la glycémie à jeun.

HbA1c (marqueur de diabète)

Pour mesurer l'HbA1c (marqueur plasmatique du diabète), le participant à jeun depuis 12 heures a exécuté pour des raisons éthiques lui-même le test. Néanmoins, l'intervenant était dans la même salle et proche du participant en cas de problèmes et pour vérifier le respect du protocole. Pour cela, il a nettoyé la surface de son bout de doigt avec de l'alcool (tampon individuel). À l'aide d'une petite aiguille, il s'est piqué sur le bout d'un doigt pour former

une petite goutte de sang (prise de sang capillaire). La première goutte de sang a été essuyée. Par la suite, sur une bandelette, le participant a déposé le sang et l'a confiné dans le kit de mesures. Le DCA 2000 (Bayer) a servi à analyser de manière automatique le taux plasmatique de HbA1c. Plusieurs études ont montré la précision de cet appareil pour mesurer le HbA1c (Tamborlane *et al.*, 2005, Hawkins, 2003, Blakney *et al.*, 1998).

D'après l'International Expert Committee en 2009, un niveau élevé d'HbA1c donnerait une mesure précise d'un niveau de glycémie élevé et aurait une bonne corrélation avec les risques de complications du diabète (International Expert Committee, 2009). Ce comité recommande le diagnostic du diabète à l'aide de l'HbA1c à un niveau $\geq 6,5$ % (2009). Le diagnostic du diabète devrait être confirmé à l'aide d'une deuxième répétition du test HbA1c (2009). En utilisant le test HbA1c pour diagnostiquer le diabète, une étude a observé 88 % d'efficacité par rapport au diagnostic par glycémie orale provoquée (Kumar *et al.*, 2010). Par contre, d'autres études suggèrent de diagnostiquer le diabète de type 2 en combinant les valeurs obtenues par le biais du test d'HbA1c et par le biais de la mesure du taux de glucose sanguin (glycémie à jeun) pour diminuer les erreurs (Herman and Fajans, 2010).

Glycémie à jeun

La glycémie à jeun a été mesurée à l'aide d'un glucomètre One Touch. Pour mesurer la glycémie et pour des raisons éthiques, le participant à jeun depuis 12 heures a exécuté lui-même le test. Néanmoins, l'intervenant était dans la même salle et proche du participant en cas de problèmes et pour vérifier le respect du protocole. Pour cela, il a nettoyé la surface de son bout de doigt avec de l'alcool (tampon individuel). À l'aide d'une petite aiguille, il s'est piqué sur le bout d'un doigt pour former une petite goutte de sang (prise de sang capillaire). La première goutte de sang a été essuyée. Par la suite, sur une bandelette, le participant a déposé le sang et l'a confiné dans le kit de mesures. Le glucomètre (One Touch) a servi à analyser de manière automatique le taux plasmatique de glycémie (Nichols *et al.*, 1995). Par ailleurs, les critères de diagnostic pour le pré-diabète sont d'avoir une glycémie à jeun supérieure à 5,6 mmol/L et inférieure à 7,0 mmol/L (IDF, 2005).

Composition corporelle

La masse corporelle du participant a été mesurée par un pèse-personne électronique (AE-ADAM). La taille a été mesurée avec un stadiomètre (Seca Stadiomètre 67029, USA). Les circonférences des hanches (sur la partie la plus large des hanches) et de la taille (au niveau du nombril) ont été prises à l'aide d'un ruban souple et par le même intervenant pour les deux visites du même participant. Chaque valeur a été mesurée une seule fois.

DEXA

La composition corporelle a été mesurée par la méthode d'ostéodensitométrie (absorptiométrie biphotonique à rayon X; DEXA). Il s'agit d'un rayon-x à double énergie qui détecte la différence de densité de chacun des tissus : os, muscles et organes, gras. Le participant devait s'allonger sur le dos sur une table conçue à cet effet et un lecteur de densité circulera au-dessus du corps, de la tête aux pieds. La mesure totale prend environ cinq minutes. La dose de radiation émise est très faible (0,037 mrem). À titre de comparaison, deux radiographies dentaires équivalent à 20 mrem. Le test ne représente donc aucun risque irraisonnable pour un participant. Ce test nous permettra d'obtenir la masse maigre et la masse grasse totale du corps, des bras, des jambes et du tronc, ainsi que la densité osseuse totale du corps, des hanches et de la colonne (L1-L5). Le DEXA est actuellement le modèle de référence de grande précision avec de faibles irradiations et peu sensible aux problèmes d'hydratation pour étudier la composition corporelle chez les personnes âgées.

De plus, à l'aide des mesures prises par le DEXA, l'équation de Bertin a servi pour calculer la masse grasse viscérale : $[73.6 * (\text{Diamètre sagital} - [(\text{Diamètre transverse externe} - \text{Diamètre transverse interne}) / 2] * \text{Diamètre transverse interne}) / \text{taille (cm)}] - 149$ (Bertin et al., 2000).

Détermination de la masse musculaire

La masse musculaire a été estimée par la méthode de IBE. Cette méthode validée consiste à mesurer la masse musculaire grâce à au flux électrique traversant le corps humain (Lukaski *et al.*, 1986). Le courant électrique est constant à 0,8 milliampère (Lukaski *et al.*, 1986) et a une fréquence de 50 kilohertz (Kuriyan *et al.*, 2008). Plus spécifiquement, l'impédance est la mesure de l'opposition que rencontre un courant électrique de faible intensité lorsqu'il passe dans le corps via l'eau contenue à l'intérieur et à l'extérieur des cellules (Nyboer, 1972). Des études antérieures ont démontré qu'il existait une forte corrélation entre la résistance corporelle mesurée par le IBE et l'estimation de la masse musculaire squelettique au niveau des bras (Brown *et al.*, 1988, Pietrobelli *et al.*, 1998) et au niveau des jambes (Pietrobelli *et al.*, 1998, Nunez *et al.*, 1999). Cette méthode est sécuritaire et sans aucune douleur. Le participant se place sur une plaque recouverte de cuivre et tient dans ses mains un cylindre recouvert de cuivre (flexion de l'épaule à 90 degrés). Un courant électrique passe à travers le corps du participant pour mesurer la résistance corporelle afin d'obtenir un résultat brut en moins d'une minute qui est inséré dans une équation afin d'obtenir la masse maigre squelettique.

L'équation de Janssen nous a permis de mesurer la masse maigre squelettique à l'aide de cette formule masse maigre squelettique = $(Hr^2 / R \times 0.401) + (gender \times 3.825) + (age \times 0.071) + 5.102$ (Janssen *et al.*, 2000).

Gras sous cutané abdominal

Un ultrason (MicroMax, Sonosite) a servi pour évaluer par échographie la masse grasse abdominale sous cutanée (Moran *et al.*, 2011). Pour ce faire, le participant devait demeurer couché confortablement pour environ 15 minutes. Pendant ce temps, un évaluateur a passé une sonde sur la partie ventrale de l'abdomen (à droite et à gauche du nombril) afin d'estimer l'épaisseur du gras sous cutané. La moyenne du côté droit et gauche a été calculée. Cette évaluation ne comporte aucun risque.

Cette méthode a été validée par une étude de comparaison des images de qualité provenant de scanners à ultrason de haute résolution (Moran *et al.*, 2011).

Pendant le déjeuner

Questionnaire SF-36

Un questionnaire validé sur l'état de santé et la qualité de vie (SF 36 (Leplège L et al., J Clin Epidemiol 51;11:1013–1023, 1998)) a été administré au participant.

Après le déjeuner

Force musculaire

Test de force du quadriceps droit

Le test de force isométrique du quadriceps (extension du genou de la jambe droite) pour une flexion du genou de 90° est mesuré avec un dynamomètre (Kin Com 5000 dynamometer, Chatteck Corporation Chattanooga, TN, USA (n = 7), BTE Technologies PRIMUS RS (n = 10)). Il est important de noter qu'un changement d'équipement dans le laboratoire durant l'étude, nous a obligé de changer d'appareil pour le test de force (entre 2 cohortes). Le participant a été installé en position assise, les hanches en flexion 90° et stabilisée par une ceinture au niveau du tronc, de la taille et de la cuisse droite. Pour chaque participant, l'axe de rotation du bras de levier est aligné avec le condyle fémoral latéral du genou droit. Le participant a effectué deux essais d'échauffement sous-maximaux pour se familiariser avec le protocole et l'appareil et pour préparer les muscles à l'effort maximal. Par la suite, le participant a exécuté trois extensions isométriques maximales, d'une durée de cinq secondes chacune, espacées par une minute de repos (Hunt et al., 2010). La mesure la plus performante a été prise. La force isométrique, statique ou force maximale pouvant être exercée contre un objet fixe, concorde avec la force maximale mesurable chez l'humain (Macaluso and De Vito, 2004).

Test de force de préhension

La force de préhension manuelle est l'effort maximal fourni par les muscles de l'avant-bras et de la main. Le participant s'est installé en position debout, le corps droit et le dynamomètre (Hand Dynamometer, Lafayette Instrument, USA) dans la main droite. En ne fléchissant pas le bras, il a serré la poignée de l'appareil en refermant la main, comme pour fermer le poing. La force maximale déployée a dû être appliquée durant cinq secondes. Le participant a dû faire la même procédure pour la main gauche. Il est recommandé de faire trois essais pour chaque main en alternant main droite et main gauche à chaque fois. Le meilleur résultat des trois essais (main droite et gauche confondue) a été retenu (Mathiowetz *et al.*, 1984, Mathiowetz *et al.*, 1985).

Capacités cardiorespiratoires

VO₂ pic

Le VO₂ pic a été déterminé par le protocole de Bruce Modifié sur tapis roulant (Lerman *et al.*, 1976). Ce protocole est approprié pour des personnes à hauts risques et les personnes âgées (McInnis and Balady, 1994). Ce test est composé de sept paliers de trois minutes chacun. Une augmentation progressive de la résistance du niveau de la pente ou de la vitesse du tapis roulant se fait entre les paliers. Un cardiofréquencemètre a été installé sur le participant afin de prendre les fréquences cardiaques. La perception de l'effort et la fréquence cardiaque ont été mesurées par l'échelle de Borg 15 secondes avant la fin de chaque palier (Borg, 1982). Le test a été arrêté si le participant a atteint sa fréquence cardiaque maximale prédite par l'équation de Karvonen $(((220 - \text{âge}) - \text{FC repos}) \times \% \text{ FC cible}) + \text{FC repos} = \text{Fréquence cardiaque voulue}$ (Karvonen and Vuorimaa, 1988) et si il a mentionné avoir atteint 19 sur l'échelle de Borg ou lorsque le participant dit ressentir un malaise physique.

De plus, pour assurer au maximum la sécurité du participant, les évaluateurs (kinésologue) auront une carte valide de formation en RCR et défibrillateur. De plus, un défibrillateur sera

disponible dans la salle où le test sera exécuté. Finalement, le service de sécurité (responsable des urgences médicales) de l'UQAM (Pavillon Sciences Biologiques) sera informé par téléphone (poste # 3141) avant chaque test afin que ce dernier puisse répondre le plus rapidement en cas d'urgence.

L'estimation du VO_2 a été faite à l'aide d'une équation validée de prédiction spécifique pour chaque genre (Foster *et al.*, 1984).

Hommes = $14,76 - (1,137 \times T) + (0,451 \times T^2) - (0,012 \times T^3)$
Femmes = $(4,38 \times T) - 3,9$

T = Temps maximal atteint (en minute)

Il est important de noter que l'équation est utilisée habituellement pour le Protocole de Bruce normal. C'est pour cette raison que l'étude de Foster *et al.* (1984) a indiqué que nous devons soustraire 6 minutes (2 premiers paliers absent lors du Protocole de Bruce normal) pour le Protocole de Bruce modifié.

MODIFIED BRUCE				
STAGE	DURATION (min)	TOTAL TIME	SPEED (mile/h)	GRADE (%)
1	3		1.7	0
2	3	6	1.7	5
3	3	9	1.7	10
4	3	12	2.5	12
5	3	15	3.4	14
6	3	18	4.2	16
7	3	21	5.0	18

Capacité pulmonaire

Chaque participant a effectué deux expirations forcées avec un spiromètre portable (Spirometer Micro Medical, Loop, USA ; (Higgins and Keller, 1973, Liistro *et al.*, 2006) permettant d'estimer sa capacité vitale forcée, son volume expiratoire maximum et son débit expiratoire de pointe. À notre connaissance, aucune étude n'a examiné la capacité respiratoire avec un entraînement par intervalle sur elliptique. Donc, c'est la raison pour laquelle cette mesure a été prise.

Mesurer après la prise de la mesure du gras sous cutané abdominal (participant à jeun et au repos)

Pression artérielle et fréquence cardiaque de repos

La pression artérielle et la fréquence cardiaque de repos ont été mesurées à l'aide d'un tensiomètre automatisé (Spot Vital Signs® Devices, Welch Allyn). Le participant devait être en position assise durant 5 minutes au calme (au repos) avant de prendre à deux reprises la mesure de la pression artérielle à l'aide du brassard sur le bras gauche et la mesure de la fréquence cardiaque au repos à l'aide d'un embout placé sur l'index de la main droite. La moyenne des deux mesures de la pression artérielle sera calculée.

Mesurer la semaine suivant l'évaluation

Balance énergétique

Dépense énergétique

Le participant a porté pendant sept jours un brassard (*Armband; accéléromètre bi-axial*) portable. Cet appareil a une longueur de 85,3 mm, une largeur de 53,4 mm, une épaisseur de 19,5 mm et il pèse 85 grammes. Il a enregistré l'information de la dépense énergétique journalière, la dépense énergétique lors d'activité physique, la température corporelle, les mouvements et accélérations du corps ainsi que la température ambiante. Les données comme le poids corporel, la taille et la main dominante ont été utilisées pour calculer la dépense énergétique. Le brassard a été installé à l'aide d'un velcro sur la partie supérieure du bras droit indépendamment du bras dominant et devait être porté en permanence sauf durant des activités aquatiques (bain, douche, piscine, etc.). Les instructions concernant l'utilisation du brassard ont été expliquées et démontrées. Le participant ne devait cependant pas l'enlever pendant plus de 15 minutes par jour. Le participant a obtenu les mesures individuelles de dépense énergétique journalière. Le brassard peut causer un inconfort s'il est ajusté trop serré. L'utilisation normale de l'appareil ne devrait causer aucun inconfort.

Par contre, toute personne ayant une allergie au nickel ne devrait pas porter le brassard (aucun participant n'était cependant allergie au nickel dans ce projet). Cette méthode d'évaluation de la dépense énergétique a été validée dans plusieurs études (Jakicic *et al.*, 2004). Le Armband semble, à ce jour, être l'outil (gold standard) le plus précis sur le marché pour calculer la dépense énergétique en activité physique (Welk *et al.*, 2007). Comparativement à la méthode de l'eau doublement marquée, le Armband serait à 92 % efficace (Mignault *et al.*, 2005, St-Onge *et al.*, 2007). Pour inclure les résultats obtenus avec cet appareil dans les analyses statistiques, les participants devaient avoir porté l'appareil pour minimalement 80 % du temps.

Apports alimentaire (3 jours; CANDAT)

Durant le port du Armband, le participant a dû remplir un journal alimentaire de trois jours (incluant deux journées de semaine et une journée de fin de semaine) afin de mesurer les apports alimentaires (Luhrmann *et al.*, 1999). Le participant a dû noter dans un carnet fourni à cette fin, tous les aliments et les boissons consommés (description détaillée: quantité, nature, cuisson, garniture, etc.) le plus précisément possible. Des outils (balance diététique, photos de portions d'aliments grandeur réelle, exemples) et des instructions ont été fournis pour faciliter la tâche au participant. Il a été démontré que le journal alimentaire auto-administré de trois jours est valide pour estimer les apports nutritionnels chez les personnes âgées de 60 ans et plus sans atteintes cognitives (Luhrmann *et al.*, 1999). Le logiciel Candat (2007, Godin London, ON, Canada) sert à entrer et analyser les données collectées dans le journal alimentaire complété. Le logiciel transforme les aliments des nutriments codés et les mesures en poids (gramme). Le code et la valeur en nutriments proviennent de l'édition 2007 du fichier canadien sur les éléments nutritifs (FCEN). Le bilan alimentaire contient les données des apports énergétiques totaux, en macronutriments (les graisses, les sucres, les acides gras essentiels, les protéines, la vitamine D, etc.)

5.3 ENTRAÎNEMENT

Le programme d'entraînement en intervalle sur elliptique a été d'une durée de 12 semaines à raison de trois fois par semaine. Les séances d'entraînement se sont déroulées comme les évaluations à l'Université du Québec à Montréal au Pavillon des Sciences biologiques. Les horaires ont été le lundi, mercredi et vendredi entre 7 h et midi et le mardi et jeudi entre 17 h 30 et 20 h.

Les séances ont été supervisées par des kinésiologues. La séance de 30 minutes consiste en cinq minutes d'échauffement (65 – 70 % de la fréquence cardiaque maximale), 20 minutes d'exercices en intervalle (30 secondes à intensité de 80 - 85 % et plus de la fréquence cardiaque / 1 minute 30 de récupération active) et cinq minutes de retour au calme (65 – 70 % de la fréquence cardiaque).

L'exercice a été arrêté ou l'intensité de l'exercice a été diminué si le participant a atteint sa fréquence cardiaque maximale prédite par l'équation de Karvonen [$((220 - \text{âge}) - \text{FC repos}) \times \% \text{ FC cible} + \text{FC repos} = \text{Fréquence cardiaque voulue}$ (Karvonen and Vuorimaa, 1988) et si il mentionne avoir atteint 19 sur l'échelle de Borg ou lorsque le participant dit ressentir un malaise physique.

Il est important de noter que les participants avaient comme consigne de maintenir une alimentation quotidienne normale.

Elliptique

L'appareil elliptique a été choisi pour être l'appareil utilisé dans le cadre de ce projet de recherche car il permet de maintenir les pieds stables et en contact avec les pédales. Un entraînement sur elliptique suggère des faibles impacts ce qui diminuent les risques de blessures orthopédiques comparativement à la course (Green *et al.*, 2004). D'ailleurs,

l'elliptique fournit un stimulus nécessaire pour développer ou maintenir la santé cardiovasculaire (Kravitz L., 1998). De plus, l'entraînement avec l'elliptique donne des résultats plus élevés pour le VO_2 max, les fréquences cardiaques et les kilocalories par minute que la marche, l'escalateur ou le vélo (Porcari J.P, 1998). Malgré cela, les participants n'ont pas senti une différence marquée par rapport à la perception d'effort entre tous ces exercices (Porcari J.P, 1998).

Donc, à notre connaissance, aucune étude n'a examiné l'effet d'un entraînement par intervalle en utilisant l'elliptique chez des individus ayant plus de 50 ans pré-diabétique ou diabétiques de type 2. Les participants doivent avoir fait plus de 80 % des séances requises soit 29 séances sur 36 pour être inclus à la fin de l'étude dans les analyses statistiques (Tableau 1). Les superviseurs des entraînements ont rempli une fiche d'assiduité pour la participation des participants à chaque séance pour assurer leur présence. De plus, les superviseurs ont indiqué les fréquences cardiaques et les perceptions d'effort (échelle de Borg) des participants à chaque minute ou après chaque intervalle.

5.4 ANALYSE S STATISTIQUES ET TAILLE DE L'ÉCHANTILLON

La normalité des variables a été vérifiée par le test Skewness (test de normalité des données). Des analyses descriptives ont été faites. Les effets de l'entraînement (les mesures des évaluations pré- et post-intervention) ont été analysés par un test T non paramétrique pour échantillons appariés (Paired t-test). Les analyses ont été réalisées à l'aide du logiciel SPSS 18.0.

Le calcul de la taille de l'échantillon nécessaire a été fait à partir de la variable principale qui est la glycémie. Considérant une erreur alpha (bilatérale) de 5 % et une puissance de 80 %, compte tenu qu'un delta de $0,3 \text{ mmol/L} \pm 0,3$ de glycémie serait cliniquement significatif et réaliste (Tjonna *et al.*, 2009), la taille de l'échantillon nécessaire est de 20 participants.

Toutefois, par expérience dans notre laboratoire et selon la littérature consultée, on a prévu un taux d'abandon de 20 % (Spirduso, 2005, Dionne *et al.*, 2004). C'est donc pour cette

raison que nous avons recruté 25 participants pour cette étude afin de pallier aux abandons. La taille de l'échantillon a été calculée en utilisant le logiciel statistique « Jump Package ».

De plus, dans l'étude de Tjonna et al. en 2009, 20 participants étaient suffisants pour avoir une différence significative. Il est important de noter que dans le cadre de cette étude, le taux d'exclusion des participants a été anormalement plus élevé soit 32 % comparativement à 20 % habituellement (Spirduso, 2005, Dionne *et al.*, 2004) et cela peut-être dû à la particularité des populations vieillissante diabétiques. Au total, vingt-cinq participants ont été recrutés dans le groupe exercice. Seulement dix-sept participants ont été considérés pour les analyses statistiques (exclusion n = 6, abandon = 2).

CHAPITRE VI

RÉSULTATS

Les facteurs sociodémographiques des participants sont présentés dans le tableau 6.1. Les valeurs du tableau 6.1 démontrent que 41 % des participants ont déjà été fumeurs, 88 % des participants ont obtenu minimalement un diplôme d'études post-secondaires, 53 % des statuts civils des participants sont en couple ou mariés, 71 % des participants ont des histoires familiales de maladies cardiovasculaires et 47 % des participants ont des histoires familiales d'obésité. Les participants ont été présents à 87,9 % des séances d'entraînement (% d'assiduité). Plus précisément pour les participantes, l'âge moyen des premières menstruations est de 12 ans, l'âge moyen de la ménopause est de 48 ans, le nombre d'année depuis que les participantes sont en ménopause est en moyenne de 11 ans, 62 % des participantes ont déjà pris la pilule contraceptive et 69 % des participantes n'ont jamais pris l'hormonothérapie.

De plus, les mesures de la composition corporelle des participants pré- et post-intervention sont indiquées dans le tableau 6.2. Nous ne remarquons pas de changements significatifs, dans le tableau 6.2, pour le poids, pour l'indice de masse corporelle, pour le ratio de la circonférence de taille et des hanches, pour la masse musculaire squelettique, pour la masse grasse en pourcentage, pour la masse grasse viscérale, pour la masse maigre totale en kg, pour la masse grasse abdominale sous-cutanée en centimètre, pour la force de préhension en kg et pour la force des membres inférieurs en Newton.

Par ailleurs, comme reporté dans le tableau 6.2, nous observons une diminution significative de la circonférence de taille ($P = 0,02$), de la circonférence des hanches ($P = 0,03$), de la masse grasse des jambes ($P < 0,01$) et appendiculaire en pourcentage ($P < 0,01$) et une augmentation significative de la masse maigre des jambes ($P = 0,02$) et appendiculaire ($P = 0,05$).

D'autre part, la santé métabolique, cardiorespiratoire et perçue des participants pré- et post-intervention sont illustrées dans le tableau 6.3. Nous ne remarquons pas de changements significatifs pour le volume expiratoire maximal par seconde en litre, pour le débit expiratoire de pointe en litre par seconde, pour le nombre de pas, pour la moyenne de Mets par jour, pour le niveau HbA1c (%), pour le taux de glycémie (mmol/L) et pour le questionnaire SF-36 sur l'état de santé. Il est important de noter que le niveau de glycémie à jeun a tendance à diminuer ($P = 0,07$).

Par contre, comme noté dans le tableau 6.3, nous remarquons une diminution significative de la pression artérielle systolique (mm Hg) ($P < 0,01$), de la pression artérielle diastolique (mm Hg) ($P = 0,05$), de la fréquence cardiaque de repos (battements par minute) ($P = 0,02$) et une augmentation significative de la capacité vitale forcée en litre ($P = 0,04$) et de la consommation d'oxygène maximale [$\text{ml}/(\text{kg}/\text{min})^{-1}$] ($P = 0,02$).

D'autre part, les valeurs de la balance énergétique des participants pré- et post-intervention sont présentées dans le tableau 6.4. Nous ne remarquons aucun changement significatif pour les micro et macronutriments ingérés, plus précisément pour le pourcentage de protéines, pour le pourcentage de glucides, pour le pourcentage de lipides, pour les acides gras saturés, pour les gras mono insaturés, pour les gras poly insaturés, pour les acides aminés essentiels, pour les acides aminés non-essentiels et pour la vitamine D suite à l'intervention chez nos participants. De plus, nous n'apercevons aucun changement significatif au niveau de l'équilibre énergétique suite à l'entraînement des participants, plus spécifiquement pour les calories totales ingérées, pour la dépense énergétique active totale moyenne par jour en kcal, pour la dépense énergétique totale moyenne par jour en kcal et pour les minutes de sommeil. Finalement, dans une sous-analyse, nous avons examiné plus exactement s'il y avait des différences significatives chez les femmes ($n = 13$) et chez les hommes ($n = 4$) séparément. Nous n'avons remarqué aucune différence significative chez les hommes pour toutes les variables. Par contre, chez les femmes, nous avons remarqué des différences significatives pour la masse grasse des bras ($p = 0,05$) et appendiculaire ($p = 0,03$) et pour la pression artérielle systolique ($p = 0,04$). Ces résultats semblent être dans la même ligne directrice que ceux obtenus dans le groupe intervention en entier. Ces différences entre les hommes et les

femmes peuvent être expliquées par une petite taille d'échantillon dans le groupe des hommes (n = 4).

Il est à noter que parmi les personnes diabétiques (n = 8), 87,5 % d'entre elles sont devenues soit pré-diabétiques (n = 6) ou normal (n = 1) à la suite de notre intervention en activité physique par intervalle. De plus, parmi nos participants pré-diabétiques (n = 8), une personne est revenue avec une glycémie normale (soit 12,5 %). Ces résultats ont été basés sur la valeur de glycémie à jeun. Pour confirmer nos résultats, il aurait été nécessaire de prendre plus d'une prise de mesure ainsi que la validation des résultats faite d'un médecin.

CHAPITRE VII

DISCUSSION

Comme mentionné précédemment, le diabète de type 2 est un problème de santé publique et sa prévalence est à la hausse au niveau planétaire (Narayan *et al.*, 2000, Wild *et al.*, 2004). Le diabète de type 2 engendre une grande problématique en raccourcissant l'espérance de vie et en diminuant le nombre d'années en bonne santé des gens atteints (Narayan *et al.*, 2003). La progression mondiale du diabète résulte du vieillissement de la population, de l'accroissement démographique, de l'augmentation de la prévalence de l'obésité, d'une mauvaise alimentation et de la sédentarité (OMS, 2003). Une personne âgée atteinte du diabète tend à avoir une accélération du processus du vieillissement (Mazza and Morley, 2007). C'est pour cette raison que le diabète engendre plus rapidement un état de fragilité (Morley, 2008). Une prescription adéquate d'activité physique semblerait être en mesure d'assurer le maintien de la qualité de vie et la prolongation de l'indépendance fonctionnelle chez les personnes âgées et diabétiques de type 2 (ACSM, 1998). Chez les personnes diabétiques, les études se sont généralement concentrées davantage sur l'entraînement de type résistance ou en aérobie (continu / intensité modérée) (Snowling and Hopkins, 2006, Taylor, 2007, Arora *et al.*, 2009). De plus, les interventions en activité physique permettraient l'amélioration du contrôle de la glycémie et donc, de l'état de diabète (Praet *et al.*, 2008, De Feyter *et al.*, 2007). Mourier *et al.* (1997) et Hordern *et al.* (2009) ont démontré que lors d'exercices en aérobie, plus l'intensité de l'effort est élevée, plus l'amélioration du contrôle de la glycémie et de la sensibilité à l'insuline chez les personnes diabétiques de type 2 étaient grandes (Mourier *et al.*, 1997, Hordern *et al.*, 2009). L'entraînement de type par intervalle semble obtenir les mêmes résultats que l'entraînement en endurance normal, mais tout en demandant deux à trois fois moins de temps et en faisant brûler jusqu'à dix fois plus de calories (Gibala and McGee, 2008).

À notre connaissance, peu d'études ont travaillé sur l'effet d'un entraînement par intervalle chez des personnes diabétiques vieillissantes. Par contre, ce type d'entraînement aurait démontré beaucoup de bénéfices sur la santé chez d'autres populations (ACSM, 1998).

C'est dans cet optique que nous avons voulu vérifier l'objectif de notre étude qui était de déterminer l'impact d'un entraînement par intervalle en endurance de 12 semaines sur la santé métabolique et la composition corporelle chez des individus âgés de plus de 50 ans pré-diabétiques ou diabétiques de type 2. Notre hypothèse était qu'un programme d'entraînement par intervalle sur elliptique de 12 semaines permettrait d'améliorer l'état du diabète (glycémie à jeun et HbA1c).

Notre hypothèse est partiellement supportée. En effet, les résultats de cette étude démontrent un effet favorable suite à l'entraînement par intervalle sur elliptique de 12 semaines avec une diminution de la circonférence de la taille et des hanches, avec une diminution de la masse grasse des jambes et au niveau appendiculaire en pourcentage, avec une augmentation de la masse maigre des jambes et au niveau appendiculaire en kg, avec une diminution de la pression artérielle systolique et diastolique, avec une augmentation de la capacité vitale forcée, avec une diminution de la fréquence cardiaque de repos et avec une augmentation de la consommation maximale d'oxygène. Par contre, nous n'avons pas observé de diminution significative au niveau de la glycémie à jeun ou du niveau d'HbA1c.

Malgré l'absence de diminution significative du niveau de glycémie à jeun et d'HbA1c, les valeurs du niveau de glycémie ont tendance à diminuer suite à l'entraînement ($p = 0,07$). Par ailleurs, plusieurs études ont démontré une amélioration du contrôle de la glycémie pour le même type d'entraînement. Par exemple, l'étude de Gibala et al. (2012) a montré qu'un entraînement par intervalle de 6 semaines sur vélo stationnaire 3 fois par semaine avec 4 à 6 répétitions de 30 secondes d'intervalle à vitesse maximale, récupération 4,5 minutes a pu améliorer d'une façon importante les niveaux glycémie chez des personnes en santé et pathologiques (Gibala *et al.*, 2012, Babraj *et al.*, 2009, Whyte *et al.*, 2010). Quelques mécanismes pour expliquer une amélioration de la glycémie ont été documentés avec un entraînement par intervalle et la sensibilité à l'insuline. Il a été démontré, dans une étude faite

auprès de personnes diabétiques, qu'un entraînement par intervalle de seulement deux semaines (vélo stationnaire, 6 séances de 10 répétitions de 60 secondes à 90 % de la fréquence cardiaque maximale, récupération 60 secondes) favoriserait l'augmentation des GLUT4 dans les muscles squelettiques ce qui engendrait une diminution de la concentration sanguine de glucose (Little *et al.*, 2011). De plus, un entraînement par intervalle semblerait activer l'AMPK et la MAPK ce qui engendrerait une activation de la PGC-1 α et qui ensuite amènerait à une augmentation de la transcription du gène mitochondriale (protéine) (Gibala *et al.*, 2012).

Il est à noter que parmi les personnes diabétiques (n = 8), 87,5 % d'entre elles sont devenues soit pré-diabétiques (n = 6) ou normal (n = 1) à la suite de notre intervention en activité physique par intervalle. De plus, parmi nos participants pré-diabétiques (n = 8), une personne est revenue avec une glycémie normale (soit 12,5 %). Ainsi, ces résultats basés sur la glycémie à jeun suggèrent que notre intervention semble très efficace au niveau clinique pour agir et contrer l'état de diabète. À la lumière de nos résultats, les professionnels de santé devront considérer cette intervention dans leurs planifications de programmes interventionnels. Pour valider nos résultats, il aurait été nécessaire de prendre plus d'une mesure.

Une autre étude d'Horden (2009) chez les personnes diabétiques de type 2 a démontré qu'un entraînement à intensité modérée ou élevée apportait un meilleur contrôle de la glycémie par une amélioration du niveau d'Hb1Ac (P = 0,03) qu'un entraînement à basse intensité (Hordern *et al.*, 2009). Dans cette étude, les participants s'entraînaient individuellement dans un centre de conditionnement physique et à titre de contrôle, il y avait des questionnaires téléphoniques en lien avec le type, la durée et l'intensité de l'entraînement. D'autre part, l'Hb1Ac peut prendre environ 3 mois à se modifier alors peut-être que l'étude actuelle de 12 semaines était de trop courte durée afin d'obtenir des effets favorables pour cette valeur. Cependant, une étude similaire en activité physique de plus longue durée (5 mois) chez des hommes diabétiques sédentaires a montré une diminution significative du niveau d'HbA1c (P = 0,04) (entraînement combiné (en résistance et par intervalle) de 5 mois, séance de 45 minutes, 3 x semaine, exercice en résistance: 2 séries de 10 répétitions à 50 - 80 % de la

répétition maximale et entraînement par intervalle: 30 à 60 secondes sur vélo stationnaire à la capacité de travail maximale (De Feyter *et al.*, 2007)).

Au niveau corporel, la diminution significative de la circonférence de la taille ($P = 0,02$) et de la circonférence des hanches ($P = 0,03$) pourrait expliquer la tendance au niveau de la santé métabolique (glycémie à jeun, $P = 0,07$) par rapport à la composition corporelle car nous savons que la masse grasse au niveau abdominal est néfaste pour la santé. Plus précisément, l'obésité abdominale aurait un lien direct avec la résistance à l'insuline, le diabète et les maladies cardiovasculaires (Bjorntorp, 1991). Pour confirmer nos résultats, une étude similaire chez les hommes en surpoids et obèses sédentaires de Whyte *et al.* (2012) a observé une diminution significative de la circonférence de la taille et des hanches en seulement 2 semaines (6 séances de 4 à 6 répétitions de 30 secondes d'intervalle en sprint, récupération de 4,5 minutes) (Whyte *et al.*, 2010). De plus, une étude de Trapp *et al.* (2008) faite chez des jeunes femmes a démontré qu'un entraînement par intervalle (15 semaines sur vélo stationnaire, 3 x semaine, 20 minutes; 8 secondes sprint maximal / 12 secondes récupération, 5 minutes échauffement et retour au calme) apporterait une diminution de la masse grasse au niveau abdominal qui est représenté dans notre étude par la circonférence de la taille (Trapp *et al.*, 2008).

De plus, suite à l'intervention, la composition corporelle des jambes et celle au niveau appendiculaire ont été modifiées. Nous avons ainsi observé une diminution significative de la masse grasse en pourcentage des jambes ($P < 0,001$) et au niveau appendiculaire ($P < 0,001$) et une augmentation significative de la masse maigre des jambes ($P = 0,02$) et au niveau appendiculaire ($P = 0,05$). Il semble donc qu'il y a eu une redistribution des compartiments corporels au niveau des jambes et appendiculaire. L'étude de Gibala *et al.* (2006) a montré des résultats similaires par rapport à l'augmentation de la masse maigre des jambes. Dans une autre étude, il a été démontré une diminution significative de la masse grasse totale, du tronc et des jambes à la suite d'un entraînement par intervalle (15 semaines sur vélo stationnaire, 3 x semaine, 20 minutes; 8 secondes sprint maximal / 12 secondes récupération, 5 minutes échauffement et retour au calme) (Trapp *et al.*, 2008).

L'obésité semblerait diminuer le signal de l'insuline au niveau de muscle squelettique (Dandona *et al.*, 2004). C'est pour cette raison qu'on porterait à croire que la diminution de la masse grasse au niveau des jambes et appendiculaire dans notre étude apporterait une amélioration du contrôle de la glycémie par une augmentation du signal de l'insuline au niveau des muscles squelettiques. De plus, la masse maigre avec le vieillissement a tendance à diminuer ce qui entraînerait une diminution de la force (Kamel, 2003) et de l'endurance musculaire (Evans, 1995). Or, l'augmentation de la masse maigre au niveau des jambes et appendiculaire pourrait porter à croire une amélioration des capacités fonctionnelles et une diminution des risques de chutes par une amélioration de la force et de l'endurance musculaires. De plus, d'après Karakelides et Nair (2005), la diminution de la masse maigre engendrait une plus grande résistance à l'insuline, une augmentation des risques du diabète de type 2 et une augmentation des risques de dyslipidémie et d'hypertension (Karakelides and Nair, 2005). Avec les améliorations chez notre population suite à notre intervention au niveau de la masse maigre des jambes (augmentation), il porterait à croire que cette augmentation favoriserait une diminution de plusieurs facteurs de complications métaboliques tels que le diabète de type 2.

La santé cardiorespiratoire des participants a été améliorée de 13,9 % après l'intervention, ce qui confirme les résultats obtenus dans plusieurs autres études portant sur l'entraînement par intervalle dans différentes populations (Sijie *et al.*, 2012, Hawley and Gibala, 2009). Dans une méta-analyse de Bird et Hawley (2012), l'ensemble des résultats d'études portant sur l'entraînement par intervalle ont montré qu'un programme d'intervention en intervalle à haute intensité augmenterait les capacités cardiorespiratoires chez les individus (hommes et femmes) ayant le syndrome métabolique et les maladies coronariennes en plus d'améliorer le contrôle de la glycémie chez les individus diabétiques type II (Bird and Hawley, 2012). D'autre part, nous apercevons une diminution significative de la fréquence cardiaque de repos. Une étude similaire par entraînement par intervalle mais chez les jeunes femmes en surpoids (12 semaines, 5 x semaine, 85 % du VO₂ max lors des intervalles) a également démontré une diminution significative de la fréquence cardiaque de repos comparativement à un entraînement à intensité modérée (Sijie *et al.*, 2012). De plus, on a observé une amélioration de la capacité vitale forcée dans

notre cohorte. Ceci suggère une amélioration de la capacité pulmonaire. Il est important de comprendre que l'amélioration de la capacité vitale forcée est peut-être due à une augmentation de la force des muscles respiratoires ou à une diminution de la masse adipeuse sur le thorax qui amélioreraient l'amplitude de mouvement du thorax (meilleure capacité inspiratoire).

De plus, la pression artérielle, autant systolique que diastolique, a diminué de façon significative dans notre étude. D'autres études en activité physique par intervalle ont aussi observé une diminution significative de la pression artérielle chez des hommes sédentaires en surpoids ou obèses (Whyte *et al.*, 2010) chez des hypertendus (Molmen-Hansen *et al.*, 2011) et chez des adolescents obèses (Tjonna *et al.*, 2009).

L'amélioration significative des capacités cardiorespiratoires, incluant le VO_2 pic, la fréquence cardiaque au repos et la pression artérielle, marque un autre point important au niveau de l'amélioration de la santé cardiorespiratoire des participants. Ces résultats portent à croire que l'entraînement a bien été réalisé et suivi par les participants. Cette amélioration apporterait une augmentation des capacités physiques chez les participants et amènerait, donc, une diminution des incapacités physiques, des risques de développer des maladies cardiovasculaires, des entrées dans la dépendance et des coûts de santé chez les personnes pré- ou diabétiques de type 2. Puisque nous savons que les maladies cardiovasculaires sont responsables de 50 à 80 % des décès des personnes diabétiques (OMS, 2009), l'amélioration de la santé cardiorespiratoire, suite à notre intervention, favoriserait l'espérance de vie des personnes diabétiques.

Finalement, les résultats de la balance énergétique qui sont présentés dans le tableau 4 sont des valeurs qui auraient pu probablement influencer les autres résultats obtenus dans l'étude. Par contre, nous n'observons pas de changements significatifs pour l'équilibre de la balance énergétique, plus précisément, pour les apports en micro et macro nutriments et pour la dépense énergétique chez les participants suite à l'intervention. Donc, il ne semblerait pas que ce facteur ait influencé les changements au niveau de la santé métabolique et de la composition corporelle suite à l'intervention.

L'appareil elliptique est rarement utilisé dans le domaine de la recherche, par contre, suite à l'expérience que nous avons vécu avec cette étude. Cet appareil serait recommandé pour ce type d'individus âgés ou pathologiques. Une étude a démontré que l'appareil elliptique permettait de maintenir les pieds stables et en contact avec les pédales et suggère des faibles impacts ce qui diminuent les risques de blessures orthopédiques comparativement à la course (Green *et al.*, 2004). Par ailleurs, l'elliptique fournit un stimulus nécessaire pour développer ou maintenir la santé cardiovasculaire (Kravitz L., 1998) en plus de donner des résultats plus élevés pour le VO₂ max, les fréquences cardiaques et les kilocalories par minute que la marche, l'escalateur ou le vélo (Porcari J.P, 1998). Malgré cela, les participants n'ont pas senti une différence marquée par rapport à la perception d'effort entre tous ces exercices (Porcari J.P, 1998). À notre connaissance, il s'agit de la première étude utilisant cet appareil chez les individus âgés pré-diabétiques ou diabétiques pour un type d'entraînement par intervalle. En pratique sur le terrain, l'appareil elliptique était très apprécié par les participants en général. À première vue, chez certains participants surtout masculin, un doute s'est installé au niveau de l'intérêt pour cet appareil et l'intensité de l'effort qu'elle pouvait fournir. Par contre, il n'a fallu qu'une à deux semaines avant que ces derniers changent complètement leur idée préconçue face à cet appareil quand ils ont vu les améliorations au niveau des capacités physiques et de la sensation de bien-être qu'ils bénéficiaient après les séances d'entraînement.

Comme suggère des récentes évidences, l'entraînement par intervalle est perçu par les participants comme plus agréable que l'entraînement en continu à intensité modérée (Bartlett *et al.*, 2011). Cette évidence a été confirmée avec les commentaires reçus de la part des participants de notre cohorte.

7.1 LIMITES

Cette étude comporte cependant plusieurs limites. Tout d'abord, notre taille d'échantillon était faible, l'âge des participants était très large (entre 54 et 73 ans) et nous avons seulement 4 hommes sur 17 participants. D'autre part, nous n'avions pas de groupe témoin. De ce fait, tous les participants étaient inclus dans le groupe intervention et sont, donc, des gens déjà

potentiellement motivés à participer à un programme d'entraînement en activité physique. De plus, la médication variait d'un participant à l'autre. Par contre, il est important de noter que pour les évaluations pré- et post- intervention, nous avons utilisé des techniques de référence validées comme le DXA, l'Armband et l'HbA1c. Les prises de glycémie et du niveau d'Hb1Ac ont été effectuées par une prise de sang capillaire et ce avec une seule prise de sang. Il serait préférable d'exécuter plus d'une prise de sang et de prendre une prise de sang intraveineuse afin de confirmer les résultats (valeurs plus fiables).

Les améliorations de la CVF observées peuvent être dues à une inspiration incomplète ou une expiration incomplète sans toutefois affecter la VEMS ou le débit de pointe.

Finalement, en raison de la faible taille et de la mixité de notre échantillon et de l'absence de groupe témoin, de futures études interventionnelles sont nécessaires pour confirmer nos résultats et le potentiel de ce type d'intervention chez cette population.

CHAPITRE VIII

CONCLUSION

En conclusion, cette étude nous indique qu'un entraînement en intervalle de 12 semaines chez des individus âgés ayant plus de 50 ans pré-diabétiques ou diabétiques de type 2 permet d'améliorer la composition corporelle par une modification de la masse grasse (diminution) et de la masse maigre (gain) au niveau des jambes et appendiculaire. D'autre part, la circonférence de taille et la circonférence des hanches ont diminué significativement ce qui serait favorable à l'amélioration de la santé métabolique. Également, une amélioration de la santé cardiorespiratoire a été illustrée et plus précisément au niveau du VO_2 pic, de la fréquence cardiaque de repos, de la capacité vitale forcée et de la pression artérielle. Même si nous n'avons pas remarqué de diminution significative pour le taux de glycémie à jeun et d'HbA1c, nous observons une tendance au niveau de glycémie à jeun.

Enfin, en plus d'être efficace (de courte durée), cette intervention semble être associée à la prévention du pré-diabète et diabète de type 2 chez les individus âgés. Les professionnels de santé devraient considérer cette intervention dans leurs planifications de programme interventionnel.

8.1 PERTINENCE

À notre connaissance, cette étude était la première à explorer l'effet d'un programme d'entraînement en intervalle sur elliptique sur la santé métabolique et la composition corporelle chez les individus âgés pré-diabétiques et diabétique de type 2. Cette étude était, par son objet, importante car le vieillissement de la population et l'augmentation de la sédentarité souvent causée par un manque de temps font tout deux croître la prévalence de diabète de type 2 ce qui entraîne des complications sur la santé de l'individu, mais aussi sur notre système de santé publique. Grâce à nos résultats qui s'avèrent favorables, de nouvelles

stratégies non pharmacologiques préventives, accessibles, peu onéreuses et sécuritaires peuvent être mises de l'avant afin d'améliorer la santé et l'autonomie des personnes âgées pré-diabétique ou diabétiques de type 2. C'est dans cette vision qu'il est important d'apporter aux professionnels de la santé les connaissances permettant de distinguer et de bien comprendre les différents types d'entraînement possibles pour l'amélioration de la santé et la condition physique de cette population de ce groupe d'âge à risque.

Finalement, il serait intéressant de vérifier à l'aide d'autres études si les effets de ce type d'entraînement sur une plus longue durée (6 mois et plus), le maintien du programme d'entraînement sur plusieurs années et avec un plus grand échantillon seraient être plus favorables dans l'amélioration de la santé métabolique et la composition corporelle. En plus, il serait préférable d'ajouter un volet suivi nutritionnel.

TABLEAUX

Tableau 6.1

Facteurs sociodémographiques des participants (n = 17)

Variables	Moyenne ± écart-type
Ancien fumeur	
• Non	41%
Niveau d'éducation	
• Diplôme d'études post- secondaires	88%
Statut civil	
• En couple ou marié	53%
Histoire familiale de maladies cardiovasculaires	
• Oui	71%
• Non	29%
Histoire familiale d'obésité	
• Oui	47%
• Non	53%
Présence aux entraînements (%)	87,9 ± 5,5
Seulement les femmes (n = 13)	
Première menstruation (année)	12,2 ± 1,7
Âge de la ménopause (année)	48,2 ± 7,5
Nombre d'année depuis la ménopause (année)	11,2 ± 8,4
Poids pris depuis la ménopause (kg)	15,4 ± 13,1

Prise de contraceptifs oraux

- Oui 62%

Hormonothérapie

- Non 69%

Valeur moyenne \pm écart-type

Tableau 6.2

Composition corporelle des participants (n = 17) Pré- et Post- intervention

Variables	Pré-	Post-	% Δ	P
Âge (année)	60,6 ± 5,9			
Sexe (femme %)	(n = 13) 76%			
Taille (m)	1,61 ± 0,11			
Poids (kg)	88,6 ± 13,8	88,4 ± 14,3	-0,3 ± 1,5	0,54
Indice de Masse Corporelle (kg/m ²)	34,3 ± 5,3	34,3 ± 5,5	-0,4 ± 2,0	0,59
Circonférence de taille (cm)	108,1 ± 10,1	104,7 ± 10,6	-3,1 ± 6,4	0,02
Circonférence des hanches (cm)	116,4 ± 11,2	113,7 ± 11,9	-2,3 ± 3,9	0,03
Ratio circonférence de taille / circonférence des hanches	0,9 ± 0,1	0,9 ± 0,6	-0,8 ± 5,7	0,33
Masse musculaire squelettique (kg)	21,0 ± 6,4	20,8 ± 6,7	-6,9 ± 24,9	0,50
Masse grasse (%)	42,5 ± 10,1	42,2 ± 10,2	-0,7 ± 4,1	0,48
Masse grasse des jambes (%)	42,0 ± 13,3	41,2 ± 12,7	-1,7 ± 5,1	< 0,01
Masse grasse appendiculaire (%)	81,8 ± 26,8	81,1 ± 25,7	-2,3 ± 3,4	< 0,01
Masse grasse viscéral (cm ³)	95,2 ± 36,0	93,3 ± 45,7	-4,3 ± 24,6	0,72
Masse grasse abdominale sous-cutanée (cm)	2,8 ± 1,1	2,9 ± 1,0	-4,6 ± 29,7	0,88
Masse maigre totale (kg)	49,5 ± 11,4	49,4 ± 11,0	0,1 ± 3,4	0,87
Masse maigre des jambes (kg)	16,6 ± 4,2	17,2 ± 4,6	3,8 ± 7,3	0,02
Masse maigre appendiculaire (kg)	21,8 ± 5,9	22,4 ± 6,2	3,6 ± 7,5	0,05
Force de préhension (kg)	30,5 ± 12,0	30,7 ± 12,1	0,8 ± 5,1	0,50

Force de préhension (kg/kg PC)	0,3 ± 0,1	0,4 ± 0,1	1,2 ± 5,6	0,33
Force de membre inférieur (N)	458 ± 141	481 ± 159	6,3 ± 21,5	0,41
Force de membre inférieur (N/kg PC)	5,1 ± 1,4	5,4 ± 1,5	6,7 ± 21,0	0,29

Valeur moyenne ± écart-type

Tableau 6.3

Santé métabolique, cardiorespiratoire et perçue des participants (n = 17) Pré- et Post-intervention

Variables	Pré-	Post-	% Δ	P
Pression artérielle systolique (mm Hg)	132,0 ± 14,3	125,6 ± 12,9	-4,7 ± 5,3	< 0,01
Pression artérielle diastolique (mm Hg)	80,9 ± 8,4	79,3 ± 9,7	-2,0 ± 5,3	0,05
VEMS (L)	2,2 ± 0,9	2,2 ± 0,7	2,5 ± 12,5	0,98
CVF (L)	2,8 ± 1,2	3,1 ± 1,4	14,0 ± 28,8	0,04
DEP (L/s)	5,9 ± 2,5	5,7 ± 2,1	4,1 ± 36,5	0,49
FC repos (batt/min)	66,9 ± 7,3	62,8 ± 7,9	-5,8 ± 9,4	0,02
VO ₂ pic (ml/kg/min)	40,0 ± 7,8	45,1 ± 9,6	13,9 ± 18,5	0,02
FC max atteint après le Bruce modifié (batt/min)	151,4 ± 9,6	151,5 ± 9,6	-0,6 ± 6,0	0,96
Nombre de pas/jour (n = 13)	6477 ± 2731	7242 ± 2172	19,8 ± 36,1	0,20
Mets /jour (n = 13)	1,1 ± 0,1	1,1 ± 0,1	4,4 ± 8,9	0,11
HbA1c (%) (n = 14)	6,20 ± 0,62	6,31 ± 1,16	-1,1 ± 3,6	0,37
Glycémie (mmol/L)	6,94 ± 1,19	6,49 ± 1,69	-6,4 ± 13,9	0,07
Santé générale SF-36 (%)	63,2 ± 19,5	70,0 ± 23,2	13,3 ± 23,9	0,05
Total SF-36 (%)	79,9 ± 12,1	80,4 ± 12,9	1,8 ± 16,2	0,72

Valeur moyenne ± écart-type

PC : Poids corporel, **VEMS**: Volume Expiratoire Maximal par Seconde, **DEP**: Débit Expiratoire de Pointe, **CVF**: Capacité Vitale Forcée, **FC**: Fréquence cardiaque, **VO₂ pic**: Consommation d'oxygène de pointe

Tableau 6.4

Balance énergétique des participants (n = 15) Pré- et Post- intervention

Variables	Pré-	Post-	% Δ	P
Total kcal ingéré	6080 ± 1732	5510 ± 1710	-6,6 ± 22,4	0,21
Protéines totales (%)	22,1 ± 6,0	24,9 ± 4,4	18,7 ± 33,2	0,13
Glucides totaux (%)	58,8 ± 8,4	57,6 ± 7,3	-1,3 ± 11,2	0,36
Lipides totales (%)	19,1 ± 4,3	17,6 ± 5,2	-5,9 ± 27,4	0,33
SFA (g)	78,6 ± 31,8	61,5 ± 23,8	-16,2 ± 30,8	0,12
MUFA (g)	84,8 ± 34,2	69,7 ± 27,3	-8,5 ± 41,9	0,10
PUFA (g)	37,2 ± 14,3	32,6 ± 14,6	-4,9 ± 46,8	0,23
AAE (g)	180,1 ± 222,6	128,0 ± 55,7	5,2 ± 53,5,0	0,78
AANE (g)	83,9 ± 276,5	146,9 ± 55,7	-6,2 ± 39,4	0,82
Vitamine D (IU)	332,5 ± 169,8	602,6 ± 695,1	351,4 ± 1232,1	0,43
Dépense énergétique totale (kcal/jour) (n = 13)	2246 ± 371	2329 ± 370	4,1 ± 6,7	0,06
Dépense énergétique active (kcal/jour) (n = 13)	245 ± 142	277 ± 161	25,6 ± 56,5	0,38
Sommeil (min/jour) (n = 13)	375 ± 70	368 ± 127	-1,8 ± 31,3	0,46
Équilibre balance énergétique (total kcal ingérés- total kcal dépensés) (n = 13)	4167 ± 1367	3510 ± 1271	-9,7 ± 35,0	0,24

Valeur moyenne ± écart-type

SFA: acides gras saturés, **MUFA:** gras mono insaturés, **PUFA:** gras poly insaturés, **AAE :** acides aminés essentiels, **AANE :** acides animés non-essentiels.

APPENDICE A

FORMULAIRE DE CONSENTEMENT



FORMULAIRE D'INFORMATION ET DE CONSENTEMENT DU PARTICIPANT MAJEUR

«Comparaison des effets d'un entraînement par intervalle en endurance avec un circuit d'entraînement en résistance sur la santé fonctionnelle, métabolique (HbA1c) et corporelle chez des femmes post-ménopausées et chez des hommes âgés de plus de 55 ans diabétiques de type 2.»

Identification :

Responsable du projet : Mylène Aubertin-Leheudre, Professeure,
Département, centre ou institut : Département de kinanthropologie, Université du Québec à Montréal (UQAM)

Adresse postale :

Département de Kinanthropologie, Université du Québec à Montréal,
 Case postale 8888,
 succursale Centre-ville Montréal (Québec)
 H3C 3P8

Adresse courriel : aubertin-leheudre.mylene@uqam.ca

Intervenants du projet: Annie Fex (candidate à la maîtrise en kinanthropologie, UQAM), Sabrina Ste-Marie, Francis Messier, Mélina Lalande-Gauthier, Julie Vézina et Marjorie St-Aubin (étudiants stagiaires de 2^{ième} et de 3^{ième} année en kinésiologie, UQAM)

But général du projet et direction :

Ce projet a pour but d'évaluer un entraînement par intervalle en endurance avec un circuit d'entraînement en résistance sur la santé fonctionnelle, métabolique (HbA1c) et corporelle chez des femmes post-ménopausées et des hommes âgés de plus de 55 ans diabétiques de type 2. Ce projet est réalisé dans le cadre d'un mémoire de maîtrise de type recherche sous la direction de Dre Aubertin-Leheudre, professeur au département de kinanthropologie de la Faculté des sciences. Elle peut être joint au (514) 987-3000 poste 5018 ou par courriel à l'adresse suivante: aubertin-leheudre.mylene@uqam.ca.

Procédure :

Les 2 visites à l'UQAM:

Le participant est invité à se rendre deux fois à l'Université du Québec à Montréal soit une fois avant l'intervention (temps 1) et la deuxième fois après l'intervention (temps 2). Les visites servent à effectuer des mesures de la composition corporelle, du métabolisme énergétique, de la capacité fonctionnelle (force), des mesures anthropométriques (taille, poids, indice de masse corporelle, tour de taille, pression). Des tests de la capacité fonctionnelle seront effectués ainsi qu'un test aérobique maximal. Par la même occasion, un questionnaire sera administré au participant et des instructions seront données au participant

pour l'utilisation d'un Armband, d'une collecte urinaire de 3 jours (uniquement lors de ma visite temps 1) et d'un journal alimentaire de 3 jours.

Chacune des visites à l'UQAM temps 1 et 2 se déroule comme suit:

Lecture, explication et signatures du formulaire de consentement (*seulement pour la visite temps 1*)

*Lors des évaluations, nous demandons au participant d'être à jeun depuis 12 heures.

Métabolisme de repos (Moxus; 30 min)

Le métabolisme de repos est la dépense énergétique minimale utilisée pour les fonctions vitales. Cette dépense d'énergie est grandement proportionnelle à la masse musculaire. La mesure du métabolisme de repos se fera en position allongée, dans une chambre silencieuse, sombre et de température ambiante confortable. Une canopie sera installée sur la tête du participant. Ce masque sera relié à un analyseur de gaz par un tuyau flexible qui recueille le CO² expiré et mesure l'oxygène consommé par le participant. Ce test dura 30 minutes. Cette mesure fournira des données comme la dépense énergétique et la proportion des substrats brûlés (sucres, graisses) au repos. Ce test ne représente aucun danger pour le participant.

Mesure de la composition corporelle

DEXA

La composition corporelle sera mesurée par la méthode d'ostéodensitométrie. Cette méthode sera la même que celle utilisée pour mesurer la densité osseuse. Il s'agit d'un rayon-x à double énergie qui détectera la différence de densité de chacun des tissus : os, muscles et organes, gras. Le participant s'allongera sur le dos sur une table conçue à cet effet et un lecteur de densité circulera au-dessus du corps, de la tête aux pieds. La mesure totale prendra environ 5 minutes. La dose de radiation émise sera très faible (0.037 mrem). À titre de comparaison, deux radiographies dentaires équivalent à 20 mrem. Le test ne représente donc aucun risque irraisonnable pour le participant. Ce test nous permettra d'obtenir la masse maigre et la masse grasse totale, ainsi que la densité osseuse totale, des hanches et de la colonne (L1-L5).

Mesures anthropométriques

Le tour de la taille, des hanches, de la cuisse et du bras seront prises à l'aide d'un ruban à mesurer. La hauteur sera mesurée à l'aide d'un stadiomètre (SECA) et le poids corporel par un pèse personne électronique (AE-ADAM).

IBE

La masse musculaire sera estimée par la méthode de IBE. Cette méthode consiste à mesurer la masse musculaire grâce à au flux électrique traversant le corps humain. Plus spécifiquement, l'impédance est la mesure de l'opposition que rencontre un courant électrique de faible intensité lorsqu'il passe dans le corps via l'eau contenue à l'intérieur et à l'extérieur des cellules. Cette méthode est sécuritaire et sans aucune douleur. Le participant se placera sur une balance et tiendra dans chacune de ses mains les poignées des bras de l'appareil. Le résultat de sa masse musculaire sera obtenu en moins de 1 minute.

Mesures physiologiques

Pression artérielle et fréquence cardiaque (Fc) de Repos

Le participant sera installé sur le lit métabolique, au calme et pendant 15 min avant la mesure de la pression artérielle (systolique et diastolique) et de la Fc de repos à l'aide d'un tensiomètre automatisé (Welch Allyn).

HbA1c

Pour mesurer le HbA1c (marqueur plasmatique du diabète), le participant exécutera lui-même le test. Pour cela, il nettoiera la surface de son bout de doigt avec de l'alcool (tampon individuel). À l'aide d'une petite aiguille, il se piquera sur le bout d'un doigt pour former une petite goutte de sang (prise de sang capillaire). Par la suite, sur une bandelette, le participant déposera le sang et le confinera dans le kit de mesures. Le DCA 2000 (Bayer) analysera de manière automatique les taux plasmatique de HbA1c. Les kits d'analyses sont vendus seulement par Bayer pour des fins médicales ou de recherches.

ou

Glycémie capillaire

De plus, nous ajoutons le test d'évaluation glycémie capillaire chez chaque participant. Les risques de ce test sont les mêmes que pour le test HB1AC.

Risques: Pour le test glycémie capillaire, le participant exécutera lui-même le test. Il nettoiera la surface de son bout de doigt avec de l'alcool. À l'aide d'une petite aiguille, il se piquera sur le bout d'un doigt pour former une petite goutte de sang (prise de sang capillaire). Par la suite, sur une bandelette d'analyse de glycémie, le participant déposera le sang afin de mesure ce marqueur. Il y a un léger risque d'infection, mais toutes les mesures de désinfection de la peau sont mises en place avant et après la prise de sang capillaires. De plus, nous fournirons un pansement pour le participant.

Échographie du gras sous cutané abdominal

À l'aide de l'ultrason (Sonosite), l'échographie servira à évaluer la masse grasse abdominale sous cutanée. Pour ce faire, le participant demeurera couché confortablement pour environ quinze à trente minutes. Pendant ce temps, un évaluateur passera une sonde sur la partie ventrale de l'abdomen afin d'estimer l'épaisseur du gras sous cutané. Cette évaluation ne comporte aucun risque.

Déjeuner

Un petit déjeuner comprenant 1 boisson chaude, 1 jus et 2 tranches de pain avec des condiments (confiture, beurre ou beurre d'arachide) sera servi au participant.

SF-36

Un questionnaire validé sur l'état de santé (SF 36 (Lepège L et al., J Clin Epidemiol 51;11:1013-1023, 1998)) sera administré au participant.

Tests de Force

Force de préhension (Handgrip Lafayette, 78010)

Le test de préhension consistera pour le participant à déployer une force maximale durant 4 à 5 secondes pour 1 main, 3 fois. Par la suite, le participant fera la même procédure avec l'autre main. Pour ce test, le participant ne devra pas fléchir le bras, être debout et droit.

Force des membres inférieurs (Kin Com)

Le test des membres inférieurs se fera à l'aide du Kin Com. Nous mesurons la force de l'extension de la jambe droite en position assise.

Tests cardiorespiratoires

Test de spirométrie (Micro Médical)

Un test de capacité cardiorespiratoire sera réalisé à l'aide d'un spiromètre (Spirometer Micro Medical, Loop, USA ; (Higgins and Keller, 1973). Pour ce test, après un entraînement, le participant effectuera deux expirations forcées avec un spiromètre portable permettant d'estimer sa capacité vitale forcée, son volume expiratoire maximum et son débit expiratoire de pointe.

VO² pic sur elliptique par K4B2

Un test d'effort sous maximal sur elliptique servira à estimer votre consommation maximale d'oxygène (VO_2Max). Avant la passation du test le participant devra avoir complété un formulaire Q-AAP ou X-AAP valide. Le participant devra être en mouvement durant tout le test (entre 60 et 80 RPM). Le niveau de difficulté sera augmenté graduellement de 2 paliers à toutes les 2 minutes. Ce dernier sera arrêté dès que la valeur maximale de 1.2 pour son coefficient respiratoire (RQ) sera atteinte afin que ce test soit sécuritaire et conforme aux recommandations de l'ACSM. De plus, pour assurer au maximum la sécurité du participant, les évaluateurs auront une carte valide de formation en RCR et défibrillateur. De plus, un défibrillateur sera disponible dans la salle où le test sera exécuté. Finalement, le service de sécurité (responsable des urgences médicales) de l'UQAM (Pavillon Sciences Biologiques) sera informé par téléphone (poste # 3141) avant chaque test afin que ce dernier puisse répondre le plus rapidement en cas d'urgence. Ce test permettra au participant d'obtenir une évaluation précise de sa capacité aérobie à l'aide d'une mesure directe. La capacité aérobie est un des déterminants importants de la santé. Les risques associés à ce test sont : essoufflement, souffle court, fatigue, inconfort musculaire local. L'elliptique a été choisi comme appareil de mesure car cet instrument n'induit aucun impact au niveau du bas du corps. Or, il est reconnu que les participants âgés sont plus vulnérables au niveau des articulations ce qui justifie donc le choix de notre protocole.

Ou

Bruce Modifié sur tapis roulant

Vo₂ max sera estimé par le Bruce modifié (McInnis and Balady, 1994) qui a été validé chez notre population. Le vo₂ max sera arrêté lorsque la personne atteint sa FC max (déterminée par l'équation de Karvonen) et déclare avec une échelle de Borg > 19.

MODIFIED BRUCE				
STAGE	DURATION (min)	TOTAL TIME	SPEED (mile/h)	GRADE (%)
1	3		1.7	0
2	3	6	1.7	5
3	3	9	1.7	10
4	3	12	2.5	12
5	3	15	3.4	14
6	3	18	4.2	16
7	3	21	5.0	18

*Ce principe sera repris lors des entraînements par intervalle pour assurer la sécurité des participants.

De plus, pour assurer au maximum la sécurité du participant, les évaluateurs auront une carte valide de formation en RCR et défibrillateur. De plus, un défibrillateur sera disponible dans la salle où le test sera exécuté. Finalement, le service de sécurité (responsable des urgences médicales) de l'UQAM (Pavillon Sciences Biologiques) sera informé par téléphone (poste # 3141) avant chaque test afin que ce dernier puisse répondre le plus rapidement en cas d'urgence.

Les risques associés à ce test sont : essoufflement, souffle court, fatigue, inconfort musculaire local.

Explication des évaluations à faire à la maison

À la suite de la visite du temps 1 seulement

Collecte de leurs urines durant 3 jours

Le participant devra, à la suite de l'évaluation temps 1(seulement), collecter leurs urines.

Il devra collecter toutes leurs urines durant 3 jours (ces jours devront correspondre aux mêmes trois jours utilisés pour le journal alimentaire). Nous leur fournirons trois contenants biologiques à cet effet et un chapeau de Napoléon pour faciliter la collecte d'urine.

À la suite de la visite du temps 1 et du temps 2

Dépense énergétique en activité physique; port d'un Armband durant 7 jours consécutifs

Le participant devra, à la suite de l'évaluation du temps 1 et du temps 2, porter un Armband durant 7 jours consécutifs et remplir un journal alimentaire durant 3 jours (2 jours semaines et 1 jour de fin de semaine).

Le participant repartira pendant 7 jours avec un brassard (*Armband*) portable. Cet appareil a une longueur de 85,3mm, une largeur de 53,4mm, une épaisseur de 19,5mm et il pèse 85 grammes. Il enregistrera l'information de la dépense énergétique journalière, la dépense énergétique lors d'activité physique, la température corporelle, des réponses électriques de votre peau, les mouvements et accélération du corps ainsi que la température ambiante. Les données comme le poids corporel, la taille et la main dominante seront utilisées pour calculer la dépense énergétique. Le brassard sera installé à l'aide d'un velcro sur la partie supérieure du bras droit et vous devrez le porter en permanence sauf pour toute activité aquatique (bain, douche, piscine, etc.). Le personnel donnera et démontrera aux participants les instructions concernant l'utilisation du brassard ainsi que les instructions pour enlever le

brassard. Le participant ne devra cependant pas l'enlever pendant plus de 15 minutes par jour. Le participant obtiendra les mesures individuelles de dépense énergétique journalière. L'activité physique est l'un des déterminants important de la santé, nous vous indiquerons s'il serait approprié d'être plus actif.

Le brassard peut causer un inconfort s'il est ajusté trop serré. L'utilisation normale de l'appareil ne devrait causer aucun inconfort. Par contre, toute personne ayant une allergie au nickel ne devrait pas porter le brassard.

Apport alimentaire; journal alimentaire de 3 jours analysé par Candat

Durant le port du Armband, le participant devra remplir un journal alimentaire de 3 jours (incluant deux journées de semaine et une journée de fin de semaine). Le participant devra noter dans un carnet fourni à cette fin, tous les aliments et les boissons consommés (description détaillée: quantité, nature, garniture, etc.). Ces informations seront compilées puis entrées dans un logiciel informatique qui nous permettra d'obtenir votre bilan alimentaire (apport énergétique, protéines, vitamines, minéraux, lipides, etc.). Évidemment, cet exercice peut sembler lourd et demande une certaine discipline. Toutefois, des outils (balance, photos, exemples) seront fournis pour faciliter la tâche au participant.

Le participant devra rapporter le Armband , les pots d'urine et le journal alimentaire rempli après la 7^{ème} journée suivant leur évaluation.

Les entraînements débuteront seulement après la semaine d'évaluation temps 1.

Répartition

Groupe contrôle	Groupe d'entraînement par intervalle en endurance sur elliptique	Groupe de circuit d'entraînement en résistance
N=15	N=25	N=25

Après la visite temps 1, les participants seront répartis dans une des deux interventions possibles. Le programme d'exercices aura une durée de 12 semaines.

Les entraînements débuteront seulement après la semaine d'évaluation temps 1 et le retour du matériel.

Intervention :

2 Types d'entraînement sous la supervision d'un kinésologue ou d'un étudiant stagiaire stagiaire en kinésiologie

Programme d'entraînement par intervalle en endurance sur elliptique

5 minutes d'échauffement (*intensité : 60-70% de la fréquence cardiaque maximale**)

20 minutes d'exercice par intervalle

30 secondes (augmentation progressive de l'intensité de 80 à 90% de la fréquence cardiaque maximale)*

1 minute 30 secondes de récupération (active)

5 minutes de retour au calme (*intensité : 60-70% de la fréquence cardiaque maximale**)

*Le participant sera arrêté lorsqu'il atteint sa FC max (déterminée par l'équation de Karvonen) et déclare avec une échelle de Borg > 19.

Circuit d'entraînement en résistance

5 minutes d'échauffement sur elliptique (*intensité : 60-70% de la fréquence cardiaque maximale**)

Utilisation en continu de 8 appareils en résistance touchant l'ensemble des muscles des membres supérieurs et inférieurs dans la salle de musculation.

3 séries du parcours de musculation

3 minutes de repos entre les séries

10 répétitions pour chaque appareil

Moins de 15 secondes de récupération entre les appareils

Appareil de musculation	Muscles sollicités
Développé des membres inférieurs (leg press)	Grand fessier Quadriceps Adducteurs
Flexion des jambes (leg curl)	Ischio-jambier Gastrocnémien
Lat pull down	Grand dorsal Romboïdes Trapèze inférieur et moyen Grand rond Sous-épineux Infra-épineux Deltoïde postérieur Biceps brachial Brachial

Développé des pectoraux (bench press)	Grand pectoral sterna Triceps brachial Deltoïde antérieur
Développé des épaules	Deltoïde postérieur, antérieur et medial Trapèze supérieur Triceps brachial
Biceps	Biceps brachial Brachial
Triceps	Triceps brachial
Abdominaux	Droit de l'abdomen Oblique externe Oblique interne

**Il est noté que la fréquence cardiaque maximale sera déterminée par le test VO_2 pic à l'aide du chariot métabolique portatif (K4b2) ou si la valeur du VO_2 pic ne peut être obtenue (e.g. coefficient respiratoire inférieur à 1,2), la fréquence cardiaque maximale sera estimée en utilisant l'équation de Karvonen soit: $[(200 - \text{âge} - Fc \text{ repos}) * Fc \text{ Cible}] + Fc \text{ repos}$.*

Suite à la visite du temps 1 et ce jusqu'à la deuxième visite (12 semaines), le participant commencera un programme d'entraînement soit par intervalle en endurance ou par circuit d'entraînement en résistance, à raison de 3 fois par semaine (lundi, mercredi et vendredi matin entre 7h et midi / mardi et jeudi entre 17h30 et 19h) à l'UQAM Pavillon des Sciences Biologiques. Il est important de noter que vous devez participer à un minimum de 80% des entraînements (assiduité) pour pouvoir faire la visite (évaluation) du temps 2.

Avantages pouvant découler de la participation du participant

Outre le fait de contribuer à faire avancer les connaissances sur l'effet d'un entraînement par intervalle en endurance avec d'un circuit d'entraînement en résistance chez les femmes diabétiques de type 2 sur la capacité fonctionnelle, la composition corporelle et la balance énergétique, je recevrais des informations utiles sur ma santé suite à mes visites (masse maigre, masse grasse, évaluation de la capacité aérobie, bilan des capacités fonctionnelles, etc.).

Inconvénients et Risques pouvant découler de la participation du participant :

Le participant devra venir à jeun pour les mesures de composition corporelle et le métabolisme de repos. Néanmoins, un petit déjeuner leur sera offert au bout de 60 min et ces tests ne demandent aucun effort physique.

Pour le test d'ostéodensitométrie (DEXA), la dose de radiation émise est très faible (0.037 mrem). À titre de comparaison, deux radiographies dentaires équivalent à 20 mrem. Le test ne représente donc aucun risque irraisonnable pour le participant.

Le test du VO_2 pic peut engendrer un effort considérable. Le test d'effort sous maximal sur elliptique servira à estimer la consommation sous-maximale d'oxygène (VO_2 Pic). Les risques associés à ce test sont: essoufflement, souffle court, fatigue, inconfort musculaire local. Le test sera arrêté lorsque le coefficient respiratoire du participant atteindra 1,2 ou si le

participant ressent une difficulté respiratoire ou des maux au niveau de la poitrine afin que ce test soit sécuritaire et conforme aux recommandations de l'ACSM. C'est pour cette raison que nous réduisons les risques d'arrêt cardiaque. De plus, le participant remplira un Q-AAP ou X-AAP afin de nous assurer que l'état physique du participant soit conforme avec ce test.

Pour le test HbA1c et la glycémie à jeun, le participant exécutera lui-même le test. Il nettoiera la surface de son bout de doigt avec de l'alcool. À l'aide d'une petite aiguille, il se piquera sur le bout d'un doigt pour former une petite goutte de sang (prise de sang capillaire). Par la suite, sur une bandelette, le participant déposera le sang afin de mesurer ce marqueur. Le DCA 2000 (Bayer) ou le One Touch analyseront automatiquement les données. Il y a un léger risque d'infection, mais toutes les mesures de désinfection de la peau sont mises en place avant et après la prise de sang capillaires. De plus, nous fournirons un pansement pour le participant.

Lors des entraînements, le participant pourrait ressentir des douleurs musculaires (courbatures) dues à la haute intensité de l'exercice durant l'intervention mais celles-ci devraient s'estomper au bout de quelques heures et disparaître au fur et à mesure du programme d'exercice.

Les séances d'évaluation ou d'entraînement pourraient faire ressentir au participant des courbatures et engendrer des risques inhérents aux exercices physiques (problèmes articulaires, musculaires ou de natures cardiaques). Néanmoins, cela est rare et les séances d'entraînement se feront sous la supervision d'un kinésologue ou étudiant stagiaire en kinésiologie. De plus, les inconforts devraient diminuer après les premières séances.

Il est de la responsabilité du chercheur de suspendre ou de mettre fin à l'entrevue s'il estime que votre bien-être est menacé.

Participation volontaire

La participation du participant à ce projet est volontaire. Cela signifie que le participant accepte de participer au projet sans aucune contrainte ou pression extérieure, et que par ailleurs, le participant est libre de mettre fin à votre participation en tout temps au cours de cette recherche. Dans ce cas les renseignements concernant le participant seront détruits. L'accord du participant à participer implique également qu'il accepte que le responsable du projet puisse utiliser aux fins de la présente recherche (articles, conférences et communications scientifiques) les renseignements recueillis à la condition qu'aucune information permettant d'identifier le participant ne soit divulguée publiquement à moins d'un consentement explicite de votre part.

Retrait de la participation du participant:

Il est entendu que la participation du participant au projet de recherche décrit ci-dessus est tout à fait volontaire et que le participant reste, à tout moment, libre de mettre fin à sa participation sans avoir à motiver sa décision, ni à subir de préjudice de quelque nature que ce soit.

Par ailleurs, si durant l'étude, le participant devait prendre une médication, le participant serait alors contraint d'en aviser le chercheur et serait possiblement retiré de l'étude.

Arrêt du projet par le chercheur :

S'il advenait que le chercheur décide d'arrêter le projet ou de discontinuer votre participation, il est entendu qu'il m'en fera part dans les plus brefs délais et justifiera une telle démarche. À ce moment, les résultats obtenus jusqu'à ce jour seront communiqués au participant.

Compensation financière :

Aucune compensation financière n'est prévue.

La participation du participant à ce projet est offerte gratuitement. Un résumé des résultats personnels et de recherche sera transmis au participant au terme du projet.

Autorisation de transmettre les résultats :

Le participant autorise les personnes responsables du projet à transmettre les résultats de votre évaluation à votre médecin traitant si cela s'avère pertinent, par exemple, dans le cas où l'évaluation permet de suspecter une anomalie

Oui Non

Nom et adresse du médecin traitant :

Étude ultérieure :

Il se peut que les résultats obtenus dans le cadre de cette étude donnent lieu à une autre recherche. Dans cette éventualité, le participant autorise les personnes responsables de ce projet à le contacter et à lui demander si vous êtes intéressés à participer à une nouvelle recherche.

Oui Non

Information confidentialité :

L'information recueillie à propos du participant lors de cette étude de recherche, tels que les données, (les résultats des tests, etc.), sera contenue dans un dossier de recherche confidentiel qui ne sera pas identifié avec au nom du participant, mais par un code confidentiel lié au nom du participant. Les dossiers anonymes ainsi que la clé des codes de participants pour cette étude de recherche seront conservés sous clé à l'UQAM. L'accès aux dossiers anonymes de cette étude sera restreint aux membres de l'équipe impliqués dans cette recherche et seulement pour les fins de cette étude. L'accès à la clé des codes de participants pour cette étude sera strictement limité à la personne de l'équipe responsable de cette clé (Dre Aubertin-Leheudre). Les dossiers anonymes seront conservés sous clé pour une période de 5 ans. Après cette période, ces dossiers seront détruits. À la demande du

participant, les renseignements le concernant seront détruits avant cette période. L'accord du participant à participer implique également que le participant accepte que l'équipe de recherche puisse utiliser aux fins de la présente recherche (articles, conférences et communications scientifiques) et à des fins pédagogiques, les renseignements recueillis à la condition qu'aucune information permettant d'identifier le participant ne soit divulguée publiquement à moins d'un consentement explicite de votre part.

Sachant ceci, est-ce que le participant accepte que l'information dénominalisée recueillie à son propos lors de cette étude de recherche soit utilisée dans des communications scientifiques (congrès, articles) et professionnelles.

Oui Non

Des questions sur le projet ou sur vos droits?

Cette recherche a reçu l'approbation du Comité de déontologie du Département de Kinanthropologie (CDKIN), un sous-comité du Comité institutionnel d'éthique de la recherche chez l'humain (CIÉR) de l'Université du Québec à Montréal (UQAM). Toute question sur le projet, plainte ou commentaire peut être adressé au chercheur. Pour toute question sur les responsabilités des chercheurs au plan de l'éthique de la recherche avec des êtres humains ou dans l'éventualité où la plainte ne peut leur être adressée directement, vous pouvez faire valoir votre situation auprès du CDKIN en contactant le responsable, M. Marc Bélanger (514-987-3000 poste 6862 ou belanger.m@uqam.ca) ou auprès du CIÉR en contactant le Président du comité d'éthique, M. Joseph Joseph Levy (514-987-3000 poste 4483 ou levy.joseph_josy@uqam.ca). Il peut-être également joint au secrétariat du CIÉR au numéro (514) 987-3000 # 7753.

Remerciements :

La collaboration des participants est essentielle à la réalisation de notre projet et l'équipe de recherche tient à remercier les participants. Si le participant souhaite obtenir un résumé écrit des principaux résultats de cette recherche, veuillez ajouter les coordonnées du participant ci-dessous.

Déclaration du participant :

Je déclare avoir eu suffisamment d'explications sur la nature et le motif de ma participation au projet de recherche. J'ai lu et compris les termes du présent formulaire de consentement et j'en ai reçu un exemplaire. Je consens volontairement à participer à ce projet de recherche. Je reconnais aussi que l'interviewer a répondu à mes questions de manière satisfaisante et que j'ai disposé suffisamment de temps pour réfléchir à ma décision de participer. Je comprends que ma participation à cette recherche est totalement volontaire et que je peux y mettre fin en tout temps, sans pénalité d'aucune forme, ni justification à donner. Il me suffit d'en informer la responsable du projet.

Signature du participant : _____ Date : _____

Nom (lettres moulées) : _____

DÉCLARATION DU RESPONSABLE DE L'OBTENTION DU CONSENTEMENT

Je soussigné(e) _____, certifie avoir expliqué au signataire intéressé les termes du présent formulaire, avoir répondu aux questions qu'il m'a posées à cet égard ; lui avoir clairement indiqué qu'il reste, à tout moment, libre de mettre un terme à sa participation au projet de recherche décrit ci-dessus.

Signature du responsable de l'obtention du consentement : _____

Fait à Montréal, le _____ 2011.

Veillez conserver le premier exemplaire de ce formulaire de consentement pour communication éventuelle avec l'équipe de recherche et remettre le second à l'interviewer.

ANNEXES

Tests lors de la visite à l'UQAM

Métabolisme de repos (Moxus; 30 min)

Le métabolisme de repos est la dépense énergétique minimale utilisée pour les fonctions vitales. Cette dépense d'énergie est grandement proportionnelle à la masse musculaire. La mesure du métabolisme de repos se fera en position allongée, dans une chambre silencieuse, sombre et de température ambiante confortable. Une canopie sera installée sur la tête du participant. Ce masque sera relié à un analyseur de gaz par un tuyau flexible qui recueille le CO² expiré et mesure l'oxygène consommé par le participant. Ce test dure 30 minutes. Cette mesure fournira des données comme la dépense énergétique et la proportion des substrats brûlés (sucres, graisses) au repos. Ce test ne représente aucun danger pour le participant.

Mesure de la composition corporelle

DEXA

La composition corporelle sera mesurée par la méthode d'ostéodensitométrie. Cette méthode sera la même que celle utilisée pour mesurer la densité osseuse. Il s'agit d'un rayon-x à double énergie qui détectera la différence de densité de chacun des tissus : os, muscles et organes, gras. Le participant s'allongera sur le dos sur une table conçue à cet effet et un lecteur de densité circulera au-dessus du corps, de la tête aux pieds. La mesure totale prendra environ 5 minutes. La dose de radiation émise sera très faible (0.037 mrem). À titre de comparaison, deux radiographies dentaires équivalent à 20 mrem. Le test ne représente donc aucun risque irraisonnable pour le participant. Ce test nous permettra d'obtenir la masse maigre et la masse grasse totale, ainsi que la densité osseuse totale, des hanches et de la colonne (L1-L5).

Mesures anthropométriques

Le tour de la taille, des hanches, de la cuisse et du bras seront prises à l'aide d'un ruban à mesurer. La hauteur sera mesurée à l'aide d'un stadiomètre (SECA) et le poids corporel par un pèse personne électronique (AE-ADAM).

IBE

La masse musculaire sera estimée par la méthode de IBE. Cette méthode consiste à mesurer la masse musculaire grâce à au flux électrique traversant le corps humain. Plus spécifiquement, l'impédance est la mesure de l'opposition que rencontre un courant électrique de faible intensité lorsqu'il passe dans le corps via l'eau contenue à l'intérieur et à l'extérieur des cellules. Cette méthode est sécuritaire et sans aucune douleur. Le participant se placera sur une balance et tiendra dans chacune de ses mains les poignées des bras de l'appareil. Le résultat de sa masse musculaire sera obtenu en moins de 1 minute.

Mesures physiologiques

Pression artérielle et fréquence cardiaque (Fc) de Repos

Le participant sera installé sur le lit métabolique, au calme et pendant 15 min avant la mesure de la pression artérielle (systolique et diastolique) et de la Fc de repos à l'aide d'un tensiomètre automatisé (Welch Allyn).

HbA1c

Pour mesurer le HbA1c (marqueur plasmatique du diabète), le participant exécutera lui-même le test. Pour cela, il nettoiera la surface de son bout de doigt avec de l'alcool (tampon individuel). À l'aide d'une petite aiguille, il se piquera sur le bout d'un doigt pour former une petite goutte de sang (prise de sang capillaire). Par la suite, sur une bandelette, le participant déposera le sang et le confinera dans le kit de mesures. Le DCA 2000 (Bayer) analysera de manière automatique les taux plasmatique de HbA1c. Les kits d'analyses sont vendus seulement par Bayer pour des fins médicales ou de recherches.

ou

Glycémie capillaire

De plus, nous ajoutons le test d'évaluation glycémie capillaire chez chaque participant. Les risques de ce test sont les mêmes que pour le test HB1AC.

Risques: Pour le test glycémie capillaire, le participant exécutera lui-même le test. Il nettoiera la surface de son bout de doigt avec de l'alcool. À l'aide d'une petite aiguille, il se piquera sur le bout d'un doigt pour former une petite goutte de sang (prise de sang capillaire). Par la suite, sur une bandelette d'analyse de glycémie, le participant déposera le sang afin de mesurer ce marqueur. Il y a un léger risque d'infection, mais toutes les mesures de désinfection de la peau sont mises en place avant et après la prise de sang capillaires. De plus, nous fournissons un pansement pour le participant.

Échographie du gras sous cutané abdominal

À l'aide de l'ultrason (Sonosite), l'échographie servira à évaluer la masse grasse abdominale sous cutanée. Pour ce faire, le participant demeurera couché confortablement pour environ quinze à trente minutes. Pendant ce temps, un évaluateur passera une sonde sur la partie ventrale de l'abdomen afin d'estimer l'épaisseur du gras sous cutané. Cette évaluation ne comporte aucun risque.

Déjeuner

Un petit déjeuner comprenant 1 boisson chaude, 1 jus et 2 tranches de pain avec des condiments (confiture, beurre ou beurre d'arachide) sera servi au participant.

SF-36

Un questionnaire validé sur l'état de santé (SF 36 (Leplège L et al., J Clin Epidemiol 51;11:1013-1023, 1998)) sera administré au participant.

Tests de Force**Force de préhension** (Handgrip Lafayette, 78010)

Le test de préhension consistera pour le participant à déployer une force maximale durant 4 à 5 secondes pour 1 main, 3 fois. Par la suite, le participant fera la même procédure avec l'autre main. Pour ce test, le participant ne devra pas fléchir le bras, être debout et droit.

Force des membres inférieurs (Kin Com)

Le test des membres inférieurs se fera à l'aide du Kin Com. Nous mesurons la force de l'extension de la jambe droite en position assise.

Tests cardiorespiratoires

Test de spirométrie (Micro Médical)

Un test de capacité cardiorespiratoire sera réalisé à l'aide d'un spiromètre (Spirometer Micro Medical, Loop, USA ; (Higgins and Keller, 1973). Pour ce test, après un entraînement, le participant effectuera deux expirations forcées avec un spiromètre portable permettant d'estimer sa capacité vitale forcée, son volume expiratoire maximum et son débit expiratoire de pointe.

VO² pic sur elliptique par K4B2

Un test d'effort sous maximal sur elliptique servira à estimer votre consommation maximale d'oxygène (*VO₂Max*). Avant la passation du test le participant devra avoir complété un formulaire Q-AAP ou X-AAP valide. Le participant devra être en mouvement durant tout le test (entre 60 et 80 RPM). Le niveau de difficulté sera augmenté graduellement de 2 paliers à toutes les 2 minutes. Ce dernier sera arrêté dès que la valeur maximale de 1.2 pour son coefficient respiratoire (RQ) sera atteinte afin que ce test soit sécuritaire et conforme aux recommandations de l'ACSM. De plus, pour assurer au maximum la sécurité du participant, les évaluateurs auront une carte valide de formation en RCR et défibrillateur. De plus, un défibrillateur sera disponible dans la salle où le test sera exécuté. Finalement, le service de sécurité (responsable des urgences médicales) de l'UQAM (Pavillon Sciences Biologiques) sera informé par téléphone (poste # 3141) avant chaque test afin que ce dernier puisse répondre le plus rapidement en cas d'urgence. Ce test permettra au participant d'obtenir une évaluation précise de sa capacité aérobie à l'aide d'une mesure directe. La capacité aérobie est un des déterminants important de la santé. Les risques associés à ce test sont : essoufflement, souffle court, fatigue, inconfort musculaire local. L'elliptique a été choisi comme appareil de mesure car cet instrument n'induit aucun impact au niveau du bas du corps. Or, il est reconnu que les participants âgés sont plus vulnérables au niveau des articulations ce qui justifie donc le choix de notre protocole.

Ou

Bruce Modifié sur tapis roulant

Vo₂ max sera estimé par le Bruce modifié (McInnis and Balady, 1994) qui a été validé chez notre population. Le vo₂ max sera arrêté lorsque la personne atteint sa FC max (déterminée par l'équation de Karvonen) et déclare avec une échelle de Borg > 19.

MODIFIED BRUCE				
STAGE	DURATION (min)	TOTAL TIME	SPEED (mile/h)	GRADE (%)
1	3		1.7	0
2	3	6	1.7	5
3	3	9	1.7	10
4	3	12	2.5	12
5	3	15	3.4	14
6	3	18	4.2	16
7	3	21	5.0	18

*Ce principe sera repris lors des entraînements par intervalle pour assurer la sécurité des participants.

De plus, pour assurer au maximum la sécurité du participant, les évaluateurs auront une carte valide de formation en RCR et défibrillateur. De plus, un défibrillateur sera disponible dans la salle où le test sera exécuté. Finalement, le service de sécurité (responsable des urgences médicales) de l'UQAM (Pavillon Sciences Biologiques) sera informé par téléphone (poste # 3141) avant chaque test afin que ce dernier puisse répondre le plus rapidement en cas d'urgence.

Les risques associés à ce test sont : essoufflement, souffle court, fatigue, inconfort musculaire local.

Évaluations à faire à la maison

À la suite de la visite du temps 1 seulement

Collecte de leurs urines durant 3 jours

Le participant devra, à la suite de l'évaluation temps 1(seulement), collecter leurs urines.

Il devra collecter toutes leurs urines durant 3 jours (ces jours devront correspondre aux mêmes trois jours utilisés pour le journal alimentaire). Nous leur fournirons trois contenants biologiques à cet effet et un chapeau de Napoléon pour faciliter la collecte d'urine.

À la suite de la visite du temps 1 et du temps 2

Dépense énergétique en activité physique; port d'un Armband durant 7 jours consécutifs

Le participant devra, à la suite de l'évaluation du temps 1 et du temps 2, porter un Armband durant 7 jours consécutifs et remplir un journal alimentaire durant 3 jours (2 jours semaines et 1 jour de fin de semaine).

Le participant repartira pendant 7 jours avec un brassard (*Armband*) portable. Cet appareil a une longueur de 85,3mm, une largeur de 53,4mm, une épaisseur de 19,5mm et il pèse 85 grammes. Il enregistrera l'information de la dépense énergétique journalière, la dépense énergétique lors d'activité physique, la température corporelle, des réponses électriques de votre peau, les mouvements et accélération du corps ainsi que la température amIBEnte. Les données comme le poids corporel, la taille et la main dominante seront utilisés pour calculer la dépense énergétique. Le brassard sera installé à l'aide d'un velcro sur la partie supérieure

du bras droit et vous devrez le porter en permanence sauf pour toute activité aquatique (bain, douche, piscine, etc.). Le personnel donnera et démontrera aux participants les instructions concernant l'utilisation du brassard ainsi que les instructions pour enlever le brassard. Le participant ne devra cependant pas l'enlever pendant plus de 15 minutes par jour. Le participant obtiendra les mesures individuelles de dépense énergétique journalière. L'activité physique est l'un des déterminants importants de la santé, nous vous indiquerons s'il serait approprié d'être plus actif.

Le brassard peut causer un inconfort s'il est ajusté trop serré. L'utilisation normale de l'appareil ne devrait causer aucun inconfort. Par contre, toute personne ayant une allergie au nickel ne devrait pas porter le brassard.

Apport alimentaire; journal alimentaire de 3 jours analysé par Candat

Durant le port du Armband, le participant devra remplir un journal alimentaire de 3 jours (incluant deux journées de semaine et une journée de fin de semaine). Le participant devra noter dans un carnet fourni à cette fin, tous les aliments et les boissons consommés (description détaillée: quantité, nature, garniture, etc.). Ces informations seront compilées puis entrées dans un logiciel informatique qui nous permettra d'obtenir votre bilan alimentaire (apport énergétique, protéines, vitamines, minéraux, lipides, etc.). Évidemment, cet exercice peut sembler lourd et demande une certaine discipline. Toutefois, des outils (balance, photos, exemples) seront fournis pour faciliter la tâche au participant.

Le participant devra rapporter le Armband , les pots d'urine et le journal alimentaire rempli après la 7^{ème} journée suivant leur évaluation.

*Les entraînements débuteront seulement après la semaine d'évaluation temps 1.

APPENDICE B

CERTIFICAT ÉTHIQUE

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
Comité de déontologie du Département de Kinanthropologie (CDKIN)

Conformité à l'éthique en matière de recherche impliquant la participation de sujets humains

Le Comité de déontologie du Département de Kinanthropologie (CDKIN), mandaté à cette fin par le Comité institutionnel d'éthique de la recherche avec des êtres humains (CIÉR) de l'Université du Québec à Montréal, a examiné le protocole de recherche suivant:

Titre: Comparaison des effets d'un entraînement par intervalle en endurance avec un circuit d'entraînement en résistance sur la santé fonctionnelle, métabolique (HbA1c) et corporelle chez des femmes post-ménopausées diabétiques de type II.

Responsable: Annie Fex (sous la direction de la professeure Mylène Aubertin-Leheudre)

Département: Kinanthropologie

Ce protocole de recherche (modifié le 1^{er} février 2011) est jugé conforme aux pratiques habituelles et répond entièrement aux normes établies par le *Cadre normatif pour l'éthique de la recherche avec des êtres humains* de l'UQAM.

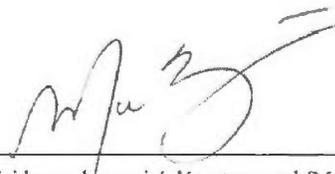
Le projet est jugé recevable sur le plan éthique.

Membres du comité

NOM	POSTE OCCUPÉ	DÉPARTEMENT
Marc Bélanger	Professeur	Kinanthropologie
Jean-Paul Guillemot	Professeur	Kinanthropologie
Paul G.Hénault	Professeur	Kinanthropologie

Le 1er février 2011

Date



 Présidence du comité départemental (Marc Bélanger)

APPENDICE C

Q-AAP et X-AAP

Questionnaire sur l'aptitude
à l'activité physique - Q-AAP
(version révisée en 2002)

Q-AAP et VOUS

(Un questionnaire pour les gens de 15 à 69 ans)

L'exercice physique pratiqué d'une façon régulière constitue une occupation de loisir saine et agréable. D'ailleurs, de plus en plus de gens pratiquent une activité physique de façon régulière. Règle générale, augmenter la pratique sportive n'entraîne pas de risques de santé majeurs. Dans certains cas, il est cependant conseillé de passer un examen médical avant d'entreprendre un programme régulier d'activités physiques. Le Q-AAP (questionnaire sur l'aptitude à l'activité physique) vise à mieux cerner les personnes pour qui un examen médical est recommandé.

Si vous prévoyez modifier vos habitudes de vie pour devenir un peu plus actif(ve), commencez par répondre aux 7 questions qui suivent. Si vous êtes âgé(e) de 15 à 69 ans, le Q-AAP vous indiquera si vous devez ou non consulter un médecin avant d'entreprendre votre nouveau programme d'activités. Si vous avez plus de 69 ans et ne participez pas d'une façon régulière à des activités physiques exigeantes, vous devriez consulter votre médecin avant d'entreprendre ces activités.

Lisez attentivement et répondez honnêtement à chacune des questions suivantes. Le simple bon sens sera votre meilleur guide pour répondre correctement à ces questions. Cochez OUI ou NON.

OUI	NON	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1. Votre médecin vous a-t-il déjà dit que vous souffriez d'un problème cardiaque <u>et</u> que vous ne deviez participer qu'aux activités physiques prescrites et approuvées par un médecin?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2. Ressentez-vous une douleur à la poitrine lorsque vous faites de l'activité physique?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3. Au cours du dernier mois, avez-vous ressenti des douleurs à la poitrine lors de périodes autres que celles où vous participiez à une activité physique?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4. Éprouvez-vous des problèmes d'équilibre reliés à un étourdissement ou vous arrive-t-il de perdre connaissance?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5. Avez-vous des problèmes osseux ou articulaires (par exemple, au dos, au genou ou à la hanche) qui pourraient s'aggraver par une modification de votre niveau de participation à une activité physique?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6. Des médicaments vous sont-ils actuellement prescrits pour contrôler votre tension artérielle ou un problème cardiaque (par exemple, des diurétiques)?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7. Connaissez-vous <u>une autre raison</u> pour laquelle vous ne devriez pas faire de l'activité physique?

Si vous
avez
répondu

OUI à une ou plusieurs questions

Consultez votre médecin AVANT d'augmenter votre niveau de participation à une activité physique et AVANT de faire évaluer votre condition physique. Dites à votre médecin que vous avez complété le questionnaire sur l'aptitude à l'activité physique et expliquez-lui précisément à quelles questions vous avez répondu «OUI».

- Il se peut que vous n'ayez aucune contre-indication à l'activité physique dans la mesure où vous y allez lentement et progressivement. Par ailleurs, il est possible que vous ne puissiez faire que certains types d'efforts adaptés à votre état de santé. Indiquez à votre médecin le type d'activité physique que vous comptez faire et suivez ses recommandations.
- Informez-vous quant aux programmes d'activités spécialisés les mieux adaptés à vos besoins, offerts dans votre localité.

NON à toutes ces questions

Si, en toute honnêteté, vous avez répondu «NON» à toutes les questions du Q-AAP, vous êtes dans une certaine mesure, assuré(e) que:

- vous pouvez augmenter votre pratique régulière d'activités physiques en commençant lentement et en augmentant progressivement l'intensité des activités pratiquées. C'est le moyen le plus simple et le plus sécuritaire d'y arriver.
- vous pouvez faire évaluer votre condition physique. C'est le meilleur moyen de connaître votre niveau de condition physique de base afin de mieux planifier votre participation à un programme d'activités physiques.

REMETTRE À PLUS TARD L'AUGMENTATION DE VOTRE PARTICIPATION ACTIVE :

- si vous souffrez présentement de fièvre, d'une grippe ou d'une autre affection passagère, attendez d'être remis(e); ou
- si vous êtes enceinte ou croyez l'être, consultez votre médecin avant de modifier votre niveau de pratique sportive régulière.

Veillez noter que si votre état de santé se trouve modifié de sorte que vous deviez répondre «OUI» à l'une ou l'autre des questions précédentes, consultez un professionnel de la santé ou de la condition physique, afin de déterminer s'il vous faut modifier votre programme d'activités.

Formule de consentement du Q-AAP: La Société canadienne de physiologie de l'exercice, Santé Canada et ses représentants n'assument aucune responsabilité vis-à-vis des accidents qui pourraient survenir lors de l'activité physique. Si, après avoir complété le questionnaire ci-dessus, un doute persiste quant à votre aptitude à faire une activité physique, consultez votre médecin avant de vous y engager.

Toute modification est interdite. Nous vous encourageons à copier le Q-AAP dans sa totalité.

Dans la mesure où le Q-AAP est administré avant que la personne ne s'engage dans un programme d'activités ou qu'elle fasse évaluer sa condition physique, la section suivante constitue un document ayant une valeur légale et administrative.

«Je sous-signé(e) affirme avoir lu, compris et complété le questionnaire et avoir reçu une réponse satisfaisante à chacune de mes questions.»

NOM _____

SIGNATURE _____

DATE _____

SIGNATURE D'UN PARENT
or TUTEUR (pour les mineurs) _____

TÉMOIN _____

N.B.— Cette autorisation de faire de l'activité physique est valide pour une période maximale de 12 mois à compter du moment où le questionnaire est rempli. Elle n'est plus valide si votre état de santé change de telle sorte que vous répondez «OUI» à l'une des sept questions.

Q-AAP et VOUS

Guide d'activité physique
pour une vie active saine

CANADIEN

L'activité physique améliore la santé.
Chaque activité compte, mais plus on en fait, mieux on se porte!
L'activité physique, c'est pour tout le monde.

Soyez actif à votre façon. Mettez l'activité physique au programme de votre vie de tous les jours :

- à la maison
- à l'école
- au travail
- au jeu
- dans vos déplacements...

Menez une vie physiquement active!

Faites plus d'activités d'endurance
Faites plus d'activités d'assouplissement
Faites plus d'activités de développement de la force
Évitez de mal manger

Choisissez quelques activités qui vous plaisent dans chacun de ces trois groupes.

Endurance

4 à 7 jours par semaine
Activités soutenues, pour faire travailler le cœur et les poumons.

Assouplissement

4 à 7 jours par semaine
Étirements, flexions et extensions et douces postures pour détendre les muscles et améliorer la souplesse.

Force

2 à 4 jours par semaine
Activités à l'aide de poids ou de résistances, pour renforcer les muscles et les os, et améliorer la posture.

Avec une progression lente au début, il n'y a aucun risque, pour la plupart des gens. Dans le doute, consultez un professionnel de la santé.

Pour vous procurer un exemplaire du Cahier d'accompagnement ou obtenir d'autres renseignements :
1-888-334-8769 ou
www.guideap.com

Il est également important de bien s'alimenter. Consultez le Guide alimentaire canadien pour manger sainement et faire des choix sains.

Soyez actif à votre façon, tous les jours, à !

Les scientifiques affirment qu'il faut faire 60 minutes d'activité physique par jour pour demeurer en forme ou améliorer sa santé. À mesure que vous passerez à des activités plus intenses, vous réduirez cet objectif à 30 minutes, 4 jours par semaine. Ce sont diverses activités d'au moins 10 minutes chacune. Commencez petit, puis augmentez graduellement le rythme.

La durée recommandée varie selon l'effort

Intensité très légère	Intensité légère	Intensité moyenne	Intensité élevée
30-60 minutes	30-60 minutes	30-60 minutes	30-60 minutes
<ul style="list-style-type: none"> Marcher lentement Étirement Équitation 	<ul style="list-style-type: none"> Marcher d'un pas modéré Jeux de table Équilibre de légères tâches de jardinage Tous les autres d'intensité d'effort 	<ul style="list-style-type: none"> Marcher d'un bon pas Élevage des bestiaux Jeux de ballon Jeux de ballon Jeux de ballon Jeux de ballon 	<ul style="list-style-type: none"> Services aux clients Jeux de ballon

Les niveaux d'activité pour rester en santé

Allez-y. Vous aussi, vous en êtes capable.

L'activité physique n'a pas besoin d'être très difficile. Ajoutez des activités physiques à vos occupations habituelles.

- Marchez chaque fois que vous avez l'occasion, descendez de l'autobus un peu plus tôt et utilisez l'escalier plutôt que l'ascenseur
- Évitez de demeurer inactif pendant de longues périodes, comme lorsqu'on regarde la télé
- Levez-vous de votre siège, étirez-vous, faites des exercices d'assouplissement pendant quelques minutes toutes les heures.
- Activez-vous en jouant avec vos enfants.
- Pour les courtes distances, choisissez la bicyclette, la marche ou, s'il y a lieu, le fauteuil roulant.
- Commencez par une à pied d'une dizaine et puis augmentez-le graduellement.
- Renseignez-vous sur les cyclables et les sentiers randonnée pédestre les proches et utilisez-les.
- Observez le déroulement cours d'activité physique si vous aimez.
- Commencez par un objectif qui n'est pas nécessaire de à long terme.
- Pratiquez plus souvent d'activités physiques que vous aimez.

Les bénéfices de l'activité régulière : Les risques liés à l'âge

- meilleure santé
- meilleure condition physique
- amélioration de la posture et de l'équilibre
- meilleure estime de soi
- correction de la posture
- renforcement des muscles et des os
- regain d'énergie
- diminution du stress
- plus grande autonomie au vieillissement
- diabète précoce
- maladies du cœur
- obésité
- hypertension artérielle
- diabète de type 2
- ostéoporose
- accidents cardiovasculaires
- dépression
- cancer du côlon



Source: Guide d'activité physique canadien pour une vie saine, Santé Canada, 1998 <http://www.hc-sc.gc.ca/hppb/guideap/pdf/guidefre.pdf>

© Reproduit avec la permission du Ministre de Travaux publics et Services gouvernementaux Canada, 2002.

AUX PROFESSIONNELS DE LA CONDITION PHYSIQUE ET DE LA SANTÉ :

Les formulaires complémentaires suivants sont aussi disponibles. Veuillez consulter notre site web à l'adresse : <http://www.csep.ca/formulaires.asp>.

L'Évaluation médicale de l'aptitude à l'activité physique (PARmed-X). Formulaire conçu pour le médecin traitant de la personne ayant répondu "OUI" à au moins une des questions du Q-AAP.

L'Évaluation médicale de l'aptitude à l'activité physique pour la grossesse (PARmed-X pour femmes enceintes). Formulaire conçu pour le médecin dont les patientes enceintes veulent faire de l'activité physique.

Références :

Arrax, G.A., Wigle, D.T., Mao, Y. (1992). Risk Assessment of Physical Activity and Physical Fitness in the Canada Health Survey Follow-Up Study. *J. Clin. Epidemiol.* 45:4 419-428.

Mottola, M., Wolfe, L.A. (1994). Active Living and Pregnancy. In: A. Quinney, L. Gauvin, T. Wall (eds.), **Toward Active Living: Proceedings of the International Conference on Physical Activity, Fitness and Health**. Champaign, IL: Human Kinetics.

PAR-Q Validation Report, British Columbia Ministry of Health, 1978.

Thomas, S., Reading, J., Shephard, R.J. (1992). Revision of the Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q). *Can. J. Sport. Sci.* 17:4 338-345.

Pour télécharger les copies additionnelles, veuillez consulter notre site web :

<http://www.csep.ca/formulaires.asp>. Pour plus d'informations veuillez contacter la :

Société canadienne de physiologie de l'exercice

202-185 rue Somerset Ouest

Ottawa (Ontario) CANADA K2P 0J2

Tél. (sans frais) 1-877-651-3755 • Téléc. (613) 234-3565

Site web : www.csep.ca

Le Q-AAP original a été conçu par le ministère de la Santé de la Colombie-Britannique. Il a été révisé par les membres d'un Comité consultatif d'experts de la Société canadienne de physiologie de l'exercice sous la direction du Dr N. Gik (2002).

Available in English under the title: "Physical Activity Readiness Questionnaire - PAR-Q and YOU (revised 2002)"



X-AAP ÉVALUATION MÉDICALE DE L'APTITUDE À L'ACTIVITÉ PHYSIQUE

Le X-AAP est un questionnaire spécifique à l'activité physique utilisé par le médecin dont le patient a répondu "OUI" à au moins une des questions du Q-AAP. De plus, la Fiche de Recommandation d'Activité Physique intégrée au X-AAP peut être utilisée par le médecin traitant pour autoriser la pratique d'activités physiques ou pour diriger le patient vers un programme d'activité sous surveillance médicale.

L'activité physique pratiquée d'une façon régulière constitue une occupation de loisir saine et agréable. Le Questionnaire sur l'Aptitude à l'Activité Physique (Q-AAP) permet d'identifier la majorité de personnes à risque. Les personnes ayant répondu «OUI» à une ou plusieurs questions, devront cependant subir un examen médical pour vérifier la présence de risques associés à la pratique d'activités physiques ou pour mieux orienter la prescriptions de l'activité physique.

Suite à l'évaluation de l'état de santé du participant par un médecin, un programme d'activité physique sera élaboré en collaboration avec des professionnels(elles) de l'activité physique (Conseiller en condition physique et habitudes de vie-Niveau 2 ou des kinésithérapeutes de la SCPE). Pour y arriver, veuillez suivre les instructions suivantes.

PAGE 1: • Les sections A,B,C, et D devraient être remplies par le participant AVANT de se soumettre à l'examen médical. La partie en-dessous est réservée à l'usage du médecin traitant.

PAGE 2 & 3: • Cette page contient une liste de conditions médicales requérant certaines précautions ou conseils spéciaux.

PAGE 4: • Conseils sur l'activité physique et la vie active pour ceux qui ne nécessitent pas de conseil ou d'attention particulière.

• Fiche de Recommandation d'Activité Physique: cette portion détachable peut être utilisée par le médecin traitant pour autoriser la pratique d'activité physique ou pour diriger le patient vers un programme d'activité sous surveillance médicale

Cette section doit être complétée par le participant

<p>A INFORMATION PERSONNELLE:</p> <p>NOM _____</p> <p>ADRESSE _____</p> <p>TÉLÉPHONE _____</p> <p>DATE DE NAISSANCE _____ SEXE _____</p> <p>No.ASS.MALADIE _____</p>	<p>B Q-AAP: Prière d'indiquer les questions auxquelles vous avez répondu positivement «OUI»</p> <p><input type="checkbox"/> Q 1 Trouble cardiaque</p> <p><input type="checkbox"/> Q 2 Douleur à la poitrine à l'effort</p> <p><input type="checkbox"/> Q 3 Douleur à la poitrine au repos</p> <p><input type="checkbox"/> Q 4 Perte d'équilibre, étourdissement</p> <p><input type="checkbox"/> Q 5 Troubles osseux ou articulaires</p> <p><input type="checkbox"/> Q 6 Tension artérielle ou médication cardiaque</p> <p><input type="checkbox"/> Q 7 Autres raisons :</p>
---	--

<p>C FACTEURS DE RISQUE DE LA MALADIE CORONARIENNE:</p> <p>Cochez les situations qui s'appliquent à votre état</p> <p><input type="checkbox"/> Moins de 30 minutes d'activité physique la plupart des jours de la semaine.</p> <p><input type="checkbox"/> Fumeur (Fume la cigarette au moins 1 fois par jour).</p> <p><input type="checkbox"/> Hypertension artérielle rapportée par votre médecin après mesures répétées.</p> <p><input type="checkbox"/> Hyperlipidémie rapportée par votre médecin.</p> <p><input type="checkbox"/> Accumulation de masse adipeuse autour de la taille.</p> <p><input type="checkbox"/> Antécédents familiaux de maladies coronariennes.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p><i>Veuillez noter que plusieurs de ces facteurs de risques sont évolutifs. S'il vous plaît, référer à la page 4 et en discuter avec votre médecin.</i></p> </div>	<p>D INTÉRÊTS FACE À L'ACTIVITÉ PHYSIQUE:</p> <p>Dans quel type d'activités physiques désirez-vous vous engager?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
---	--

Cette section doit être complétée par le médecin traitant

<p>Examen physique:</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th style="width: 25%;">Taille</th> <th style="width: 25%;">Kg</th> <th colspan="2" style="width: 50%;">Tension artérielle</th> </tr> <tr> <td style="height: 40px;"></td> <td></td> <td style="width: 25%;">i)</td> <td style="width: 25%;">/</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>ii)</td> <td>/</td> </tr> </table> <p>Conditions pouvant limiter la pratique d'activité physique:</p> <p><input type="checkbox"/> Cardio-vasculaire <input type="checkbox"/> Respiratoire <input type="checkbox"/> Autre</p> <p><input type="checkbox"/> Musculo-squelettique <input type="checkbox"/> Abdominale</p> <p>Examen(s) indiqué(s):</p> <p><input type="checkbox"/> ECG <input type="checkbox"/> Épreuve d'effort <input type="checkbox"/> Rayons-X</p> <p><input type="checkbox"/> Analyses sanguines <input type="checkbox"/> Analyse d'urine <input type="checkbox"/> Autre</p>	Taille	Kg	Tension artérielle				i)	/			ii)	/	<p>Fiche de Recommandation d'Activité Physique:</p> <p>D'après l'examen médical, je recommande:</p> <p><input type="checkbox"/> Aucune activité physique <input type="checkbox"/> Seul un programme d'activité physique avec l'obtention d'une autorisation définitive</p> <p><input type="checkbox"/> Activité physique progressive</p> <p><input type="checkbox"/> En évitant: _____</p> <p><input type="checkbox"/> Incluant: _____</p> <p><input type="checkbox"/> sous la supervision d'un Conseiller en condition physique et habitudes de vie-Niveau 2 ou des kinésithérapeutes de la SCPE</p> <p><input type="checkbox"/> Sans aucune restriction — début léger avec augmentation progressive</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>Plus amples informations:</p> <p><input type="checkbox"/> ci-jointes</p> <p><input type="checkbox"/> à venir</p> <p><input type="checkbox"/> disponibles sur demande</p> </div>
Taille	Kg	Tension artérielle											
		i)	/										
		ii)	/										

X-AAP

ÉVALUATION MÉDICALE DE L'APTITUDE À L'ACTIVITÉ PHYSIQUE

Ci dessous apparaît une liste de conditions médicales requérant certaines précautions ou conseils. Celles-ci s'appliquent à ceux qui ont répondu positivement à une des 7 questions du Q-AAP et pour les gens de 69 ans et plus. Les conditions sont groupées par système et y a trois catégories de recommandations. Les observations figurant sous Conseils sont d'ordre général puisque les détails et les choix requièrent un jugement clinique individualisé.

	Contre-indications absolues	Contre-indications relatives	Conditions spéciales de recommandation	CONSEILS
	Restriction permanente ou temporaire jusqu'à ce que l'état soit traité, stabilisé ou ait passé la phase aiguë.	Très variable. La valeur de l'épreuve d'effort ou du programme d'exercices pourrait excéder le risque. L'exercice peut être contre-indiqué. Contrôle maximal de l'état est souhaitable. Il est bon que le médecin supervise directement ou indirectement le programme	Des conseils de nature personnalisée sont généralement appropriés: • restrictions imposées; et/ou • exercices spéciaux prescrits. Un contrôle médical ou une supervision médicale initiale, ou les deux, au cours du programme d'exercices, peuvent être nécessaires.	
Cardio-vasculaire	<input type="checkbox"/> anévrisme aortique (disséquant) <input type="checkbox"/> sténose aortique (grave) <input type="checkbox"/> défaillance cardiaque <input type="checkbox"/> angine accélérée <input type="checkbox"/> infarctus du myocarde (aigu) <input type="checkbox"/> myocardite (active ou récente) <input type="checkbox"/> embolie pulmonaire ou généralisée - aiguë <input type="checkbox"/> thrombophlébite <input type="checkbox"/> tachycardie ventriculaire et autres dysrythmies dangereuses (par ex.: activité ventriculaire multifocale)	<input type="checkbox"/> sténose aortique (modérée) <input type="checkbox"/> sténose sousaortique (grave) <input type="checkbox"/> hypertrophie cardiaque marquée <input type="checkbox"/> dysrythmies supraventriculaires (non contrôlées ou très rapides) <input type="checkbox"/> activité ectopique ventriculaire (répétitive ou fréquente) <input type="checkbox"/> anévrisme ventriculaire <input type="checkbox"/> hypertension grave non-traitée ou non-contrôlée (généralisée ou pulmonaire) <input type="checkbox"/> cardiomyopathie hypertrophique <input type="checkbox"/> insuffisance cardiaque	<input type="checkbox"/> sténose aortique (ou pulmonaire) —ou angine de poitrine et autres manifestations d'insuffisance coronaire (par ex.: infarctus en voie de guérison) <input type="checkbox"/> cardiopathie cyanogène <input type="checkbox"/> communication intracardiaque (intermittentes ou fixes) <input type="checkbox"/> troubles de la conduction • bloc A-V complet • bloc de branche gauche • syndrome de Wolff-Parkinson-White <input type="checkbox"/> dysrythmies contrôlées <input type="checkbox"/> stimulateurs cardiaques à rythme fixe <input type="checkbox"/> claudication intermittente <input type="checkbox"/> hypertension: systolique 160-180; diastolique 105+	<ul style="list-style-type: none"> • une épreuve d'effort peut être justifiée dans certains cas la détermination particulière de la capacité fonctionnelle de certaines restrictions et précautions (s'il y a lieu). • progression lente des exercices à des niveaux basés sur l'épreuve initiale et sur la tolérance individuelle. • tenir compte du besoin particulier de chaque individu pour un programme de conditionnement initial, sous supervision médicale (indirecte ou directe).
Infections	<input type="checkbox"/> maladie infectieuse aiguë (indépendamment de l'étiologie)	<input type="checkbox"/> maladie infectieuses subaiguë/ chronique / périodique (par ex: malaria, ou autres)	<input type="checkbox"/> Infections chroniques <input type="checkbox"/> VIH	variable selon l'état
Métabolisme		<input type="checkbox"/> troubles métaboliques non-contrôlés (diabète, hypothyroïdie, myoedème)	<input type="checkbox"/> insuffisance rénale, hépatique ou autre insuffisance chronique <input type="checkbox"/> obésité <input type="checkbox"/> rein unique	variable selon l'état modération sur le plan alimentaire et exercices initiaux légers avec progression lente (marche, natation, cyclisme)
Grossesse		<input type="checkbox"/> grossesse compliquée (par ex: toxémie, hémorragie, malformation du col de l'utérus, etc.)	<input type="checkbox"/> grossesse avancée (fin du troisième trimestre)	vous référer au «X-AAP pour femmes enceintes»

Références:

- Arraiz, G.A., Wigle, D.T., Mao, Y. (1992). Risk Assessment of Physical Activity and Physical Fitness in the Canada Health Survey Follow-Up Study. *J. Clin. Epidemiol.* 45:4 419-428.
- Mottola, M., Wolfe, L.A. (1994). Active Living and Pregnancy. In: A. Quinney, L. Gauvin, T. Wall (eds.), *Toward Active Living: Proceedings of the International Conference on Physical Activity, Fitness and Health*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- PAR-Q Validation Report, British Columbia Ministry of Health, 1978.
- Thomas, S., Reading, J., Shephard, R.J. (1992). Revision of the Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q). *Can. J. Sport Sci.* 17:4 338-345.

Q-AAP et X-AAP ont été développés par le ministère de la santé de la Colombie-Britannique. Ils ont été révisés par les membres d'un Comité consultatif d'experts de la Société canadienne de physiologie de l'exercice sous la direction du Dr N. Gledhill (2002).

Toute modification est interdite. Nous vous encourageons à copier le X-AAP dans sa totalité.

Available in English under the title: "Physical Activity Readiness Medical Examination (PARmed-X)"

Évaluation médicale de l'aptitude à l'activité physique (version révisée en 2002)

	Conditions spéciales de recommandations	CONSEILS
Poumons	<input type="checkbox"/> troubles pulmonaires chroniques	exercices spéciaux de détente et de respiration
	<input type="checkbox"/> affection pulmonaire obstructive <input type="checkbox"/> asthme	contrôle de la respiration pendant les exercices d'endurance jusqu'au niveau voulu éviter l'air polluée
	<input type="checkbox"/> bronchospasmes provoqués par l'exercice	éviter l'hyperventilation durant les exercices; éviter les températures très froides; s'échauffer adéquatement; utilisation de médicaments appropriés
Musculo-squelettique	<input type="checkbox"/> affections lombaires (pathologiques, fonctionnelles)	éviter ou minimiser les exercices pouvant accentuer le problème (par ex.: flexion forcées extrêmes, torsion violente, etc.); corriger la posture; faire des exercices convenables pour le dos
	<input type="checkbox"/> arthrite - aiguë (infectieuse, rhumatoïde; goutte)	traitements en plus d'une combinaison judicieuse de repos, de port d'orthèses et mouvements modérés
	<input type="checkbox"/> arthrite - subaiguë	augmentation graduelle de thérapie par l'exercice actif
	<input type="checkbox"/> arthrite - chronique (ostéoarthrite et conditions sus-mentionnées)	maintien de la mobilité et de la force; exercices d'endurances pour minimiser le trismus articulaire (par ex.: cyclisme et natation, etc.)
	<input type="checkbox"/> orthopédique	très variable et spécifique à chaque individu
	<input type="checkbox"/> hernie	minimiser les faux mouvements et les exercices isométriques; renforcer les muscles abdominaux
	<input type="checkbox"/> ostéoporosis ou faible densité osseuse	éviter les exercices avec un risque élevé de fracture comme les extensions de bras redressés assis, le saut vertical et la flexion du tronc
SNC (Système nerveux central)	<input type="checkbox"/> trouble convulsif non-totalement contrôlé par des médicaments	minimiser les exercices dans des environnements dangereux ou en solitaire (par ex. natation, l'alpinisme, etc.)
	<input type="checkbox"/> commotion cérébrale récente	examen complet après une deuxième commotion; suggérer l'abandon des sports contact après une troisième commotion, dépendamment de la durée de l'inconscience, de l'amnésie rétrograde, de maux de tête persistents et autres évidences objectives de dommage cérébral
Sang	<input type="checkbox"/> anémie - grave (< 10 g/100 mL Hémoglobine)	contrôle préférable; exercices selon la tolérance
	<input type="checkbox"/> perturbation des électrolytes	
Médicaments	<input type="checkbox"/> antiangineux	NOTE: tenir compte de tous les états sous-jacents. Possibilité de: syncope due à l'effort, désordre électrolytique, bradycardie, dysrythmie, coordination et délai de réaction altérés, intolérance à la chaleur. Ils peuvent modifier l'ECG au repos et celui de l'épreuve d'effort ainsi que le rendement durant ces épreuves.
	<input type="checkbox"/> antihypertenseurs	
	<input type="checkbox"/> bêta-bloqueurs	
	<input type="checkbox"/> diurétiques	
	<input type="checkbox"/> autres	
	<input type="checkbox"/> antiarythmiques <input type="checkbox"/> anticonvulsivants <input type="checkbox"/> préparations de digitale <input type="checkbox"/> gangliopliégiques	
Autres	<input type="checkbox"/> syncope après exercice	programme modéré
	<input type="checkbox"/> intolérance à la chaleur	prolonger la phase de récupération par des activités légères; éviter les exercices en un environnement de chaleur extrême
	<input type="checkbox"/> maladie bénigne, temporaire	repousser le programme jusqu'à la guérison
	<input type="checkbox"/> cancer	s'il y a existence possible de métastases osseuses, suggérer des exercices sans support de la masse corporelle; exercices à des intensités minimales (40%-65% de fréquence cardiaque, selon l'état actuel et des plus récents traitements (radiothérapie, chimiothérapie); vérifier l'hémoglobine et le compte de lymphocytes; ajouter des exercices de lever de charge afin de renforcer les muscles en utilisant des appareils que des haltères

*Se référer à des publications spécialisées pour plus de détails

Les formulaires complémentaires suivants sont disponibles sur l'internet à l'adresse : <http://www.csep.ca/formulaires.asp>.

Questionnaire sur l'aptitude à l'activité physique (Q-AAP), un questionnaire pour les gens de 15 à 69 ans à compléter par ceux qui veulent faire plus d'activité physique.

L'Évaluation médicale de l'aptitude à l'activité physique pour la grossesse (X-AAP pour femmes enceintes). Formulaire conçu pour le médecin dont les patientes enceintes veulent faire de l'activité physique.

Pour plus d'informations, veuillez contacter la:

Société canadienne de physiologie de l'exercice
185 rue Somerset Ouest, bureau 202
Ottawa (Ontario) K2P 0J2 CANADA
Tél.: 1-877-651-3755 Téléc.: (613) 234-3565
Courriel: info@csep.ca Site web: www.csep.ca

Note aux professionnels de l'activité physique...

Par prudence, il est conseillé de conserver une copie de la «Fiche de Recommandation d'Activité Physique» dans le dossier du participant



© Société canadienne de physiologie de l'exercice

Avec l'appui de:



Santé

Health

APPENDICE D

FEUILLE DE RÉSULTATS

CODE DE LA PARTICIPANTE : DIABEX _____

Diabète et exercice par intervalle

Fiche résultats

- Accueil : pavillon SB 4^e étage au local 4575 (science biologique)
- Lecture et signature du formulaire de consentement (temps 1+ Q-AAP)

• Renseignements personnels

Nom en cas d'urgence : _____

Numéro de téléphone : _____

Nom : _____

Prénom : _____

Date de naissance (âge) : _____

Adresse postale :

Téléphone (domicile) : _____

Téléphone (bureau) : _____

Téléphone (autre) : _____

Adresse courriel : _____

- **Mesure de la composition corporelle et du métabolisme énergétique**

Taille (m) : _____

Poids (kg) : _____

IMC : _____

Tour de taille (cm; au niveau de nombril) : _____

Tour des hanches (cm; partie la plus large des hanches) : _____

Tour de bras (cm) : _____

Tour de cuisse (cm) : _____

IBE; masse musculaire : _____

Pression artérielle :

systolique : _____ diastolique : _____

Métabolisme de repos (moxus; 30 min) :

FC repos : _____

Dépense énergétique au repos : _____

Coefficient respiratoire : _____

Ultrason (épaisseur de la masse grasse abdominale) :

Droite

Mesure 1 : _____

Mesure 2 : _____

Mesure 3 : _____

Gauche

Mesure 1 : _____

Mesure 2 : _____

Mesure 3 : _____

HbA1c (fait par la participante) : _____

Glycémie (fait par la participante) : _____

Déjeuner

Questionnaire sur l'état de santé (SF-36) :

Nom du médecin : _____

Clinique : _____

Liste des médicaments :

Liste des compléments alimentaires :

-
-
-
-

Âge de la première menstruation : _____

Utilisation de contraceptifs oraux :

Jamais

Oui. Spécifier la durée : _____

Utilisation de l'hormonothérapie :

Jamais

Oui. Spécifier la durée : _____

Hormones utilisés :

- Estrogènes seuls
- Estrogènes et progestérone

Age de la ménopause : _____**Nombre d'années depuis la ménopause :** _____**Poids gagné depuis la ménopause :** _____**Pratique d'activité physique avant la ménopause :**

- Aucune
- Faible
- Modérée/ élevée

Pratique d'activité physique depuis la ménopause :

- Aucune
- Modérée
- Modérée/ élevée

Consommation d'alcool par jour :

- Aucun
- 1-2 verres par jour
- Plus de 2 verres par jour

Consommation d'alcool par semaine :

- Jamais
- 1-2 fois par semaine

Plus de 2 fois par semaine. spécifier : _____

Avez-vous déjà été fumeuse?

Jamais

Moins de 10 cigarettes / jour

Plus de 10 cigarettes / jour

Pendant combien d'année avez-vous fumé ? _____

Niveau d'éducation :

École primaire

Quelques années de secondaire

Diplôme d'étude secondaire

Diplôme d'études post-secondaires

Statut civil :

Célibataire

En couple

Histoire familiale de cancer du sein ?

Non

Oui

Histoire familiale d'obésité ?

Non

Oui

Histoire familiale de maladie cardio-vasculaire ? Non Oui**DEXA :**

Impression du dossier

- **Mesure de la capacité fonctionnelle**

Test de préhension :

Bras droit : essai 1 : _____ essai 2 : _____ essai 3 : _____

Bras gauche : essai 1 : _____ essai 2 : _____ essai 3 : _____

Test de force isométrique (Kin-Com) :**Échauffement :**

Jambe droite : essai 1 : _____ essai 2 : _____ essai 3 : _____

Test de spirométrie assis :**Test 1:** VEMS: _____

CVF: _____

DEP: _____

Test2: VEMS: _____

CVF: _____

DEP: _____

VO² pic- Protocole de Bruce modifié

FC max estimée théorique: _____

Échelle de BORG

Palier	Niveau	Échelle de BORG	Fréquence cardiaque
1	1,7 mph 0%		
2	1,7 mph 5%		
3	1,7 mph 10%		
4	2,5mph 12%		
5	3,4mph 14%		
6	4,2 mph 16%		
7	5,0mph 18%		

- Explications pour le port du Armband et pour le journal alimentaire.

Prendre rendez-vous pour les interventions

APPENDICE E

JOURNAL ALIMENTAIRE

APPENDICE F

FICHE D'ENTRAÎNEMENT

APPENDICE G

FICHE D'ASSIDUITÉ

FICHE D'ASSIDUITÉ

FC repos :

FC max : *Si le QR lors du VO₂ pic est supérieur à 1,2*

Équation Karvonen : $[(220 - \text{âge}) - \text{FC repos}] \times \% \text{ FC cible} + \text{FC repos} = \underline{\hspace{2cm}}$

Résistance moyenne du test VO₂ pic (*plus haute résistance / 2*) =

Séance		Présence	Date et initiale	Commentaires
Évaluation temps 1		Oui x Non <input type="checkbox"/>		
Semaine 1 (60-80%)	1	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>		
	2	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>		
	3	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>		
Semaine 2	1	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>		
	2	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>		
	3	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>		
Semaine 3	1	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>		
	2	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>		
	3	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>		
Semaine 4	1	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>		
	2	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>		
	3	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>		
Semaine 5 (65-85%)	1	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>		
	2	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>		
	3	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>		
Semaine 6	1	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>		
	2	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>		
	3	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>		
Semaine 7	1	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>		
	2	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>		
	3	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>		
Semaine 8	1	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>		
	2	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>		
	3	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>		
Semaine 9 (70-90%)	1	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>		
	2	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>		
	3	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>		
Semaine 10	1	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>		
	2	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>		
	3	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>		
Semaine 11	1	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>		
	2	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>		
	3	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>		
Semaine 12	1	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>		
	2	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>		
	3	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>		
Évaluation temps 2		Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>		

LISTE DES RÉFÉRENCES

- Abbatecola, A. M., Ferrucci, L., Ceda, G. *et al.* «Insulin resistance and muscle strength in older persons». *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 2005, 60: 1278-82.
- Abellan Van Kan G, R. Y., Morley Je, Vellas B. «Frailty: toward a clinical definition.». *J Am Med Dir Assoc*, 2008: 71-2.
- Acad Physical Activity and Exercise (Diabetes). In. <http://www.diabetes.ca/diabetes-and-you/healthy-guidelines/physical-activity-and-exercise/>, 2009.
- Acad and Diabète, A. C. Physical Activity and Exercise (Diabetes). In. <http://www.diabetes.ca/diabetes-and-you/healthy-guidelines/physical-activity-and-exercise/>, 2009.
- Acsm «American College of Sports Medicine Position Stand. Exercise and physical activity for older adults». *Med Sci Sports Exerc*, 1998, 30: 992-1008.
- Acsm «Physical activity programs and behavior counseling in older adult populations». *Med Sci Sports Exerc*, 2004, 36: 1997-2003.
- Acsm «ACSM's Guideline for exercise testing and prescription». 2006, Lippincott, Williams & Wilkins (7th ed.)
- Adibi, S. A., Morse, E. L. and Amin, P. M. «Role of insulin and glucose in the induction of hypoaminoacidemia in man: studies in normal, juvenile diabetic, and insuloma patients». *J Lab Clin Med*, 1975, 86: 395-409.
- Alvestrand, A., Defronzo, R. A., Smith, D. and Wahren, J. «Influence of hyperinsulinaemia on intracellular amino acid levels and amino acid exchange across splanchnic and leg tissues in uraemia». *Clin Sci (Lond)*, 1988, 74: 155-63.
- Arora, E., Shenoy, S. and Sandhu, J. S. «Effects of resistance training on metabolic profile of adults with type 2 diabetes». *Indian J Med Res*, 2009, 129: 515-9.
- Artero, E. G., Lee, D. C., Lavie, C. J. *et al.* «Effects of Muscular Strength on Cardiovascular Risk Factors and Prognosis». *J Cardiopulm Rehabil Prev*, 2012
- Atlantis, E., Martin, S. A., Haren, M. T., Taylor, A. W. and Wittert, G. A. «Inverse associations between muscle mass, strength, and the metabolic syndrome». *Metabolism*, 2009, 58: 1013-22.
- Babraj, J. A., Vollaard, N. B., Keast, C., Guppy, F. M., Cottrell, G. and Timmons, J. A. «Extremely short duration high intensity interval training substantially improves insulin action in young healthy males». *BMC Endocr Disord*, 2009, 9: 3.
- Barbat-Artigas, S., Dupontgand, S., Fex, A., Karelis, A. D. and Aubertin-Leheudre, M. «Relationship between dynapenia and cardiorespiratory functions in healthy postmenopausal women: novel clinical criteria». *Menopause*, 2010

- Bartlett, J. D., Close, G. L., Maclaren, D. P., Gregson, W., Drust, B. and Morton, J. P. «High-intensity interval running is perceived to be more enjoyable than moderate-intensity continuous exercise: implications for exercise adherence». *J Sports Sci*, 2011, 29: 547-53.
- Baumgartner, R. N., Koehler, K. M., Gallagher, D. *et al.* «Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico». *Am J Epidemiol*, 1998, 147: 755-63.
- Belmin J, C. P., Gonthier R, Jeandel C and Pfitzenmeyer P. Diabète chez le sujet âgé. In: MASSON (Ed), *Gérontologie*, Paris, 2003: 230-36.
- Bennet, W. M., Connacher, A. A., Scrimgeour, C. M. and Rennie, M. J. «The effect of amino acid infusion on leg protein turnover assessed by L-[15N]phenylalanine and L-[1-13C]leucine exchange». *Eur J Clin Invest*, 1990, 20: 41-50.
- Bertin, E., Marcus, C., Ruiz, J. C., Eschard, J. P. and Leutenegger, M. «Measurement of visceral adipose tissue by DXA combined with anthropometry in obese humans». *Int J Obes Relat Metab Disord*, 2000, 24: 263-70.
- Bird, S. R. and Hawley, J. A. «Exercise and type 2 diabetes: New prescription for an old problem». *Maturitas*, 2012
- Bjorntorp, P. «Metabolic implications of body fat distribution». *Diabetes Care*, 1991, 14: 1132-43.
- Blakney, G. B., Higgins, T. N. and Holmes, D. J. «Comparison of hemoglobin A1C results by two different methods on patients with structural hemoglobin variants». *Clin Biochem*, 1998, 31: 619-26.
- Borg, G. A. «Psychophysical bases of perceived exertion». *Med Sci Sports Exerc*, 1982, 14: 377-81.
- Bouchard, D. R. and Janssen, I. «Dynapenic-obesity and physical function in older adults». *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 2010, 65: 71-7.
- Boyle, J. P., Honeycutt, A. A., Narayan, K. M. *et al.* «Projection of diabetes burden through 2050: impact of changing demography and disease prevalence in the U.S». *Diabetes Care*, 2001, 24: 1936-40.
- Brown, B. H., Karatzas, T., Nakielny, R. and Clarke, R. G. «Determination of upper arm muscle and fat areas using electrical impedance measurements». *Clin Phys Physiol Meas*, 1988, 9: 47-55.
- Burger, H. G. «The menopause: when it is all over or is it?». *Aust N Z J Obstet Gynaecol*, 1994, 34: 293-5.
- Burger, H. G., Dudley, E. C., Robertson, D. M. and Dennerstein, L. «Hormonal changes in the menopause transition». *Recent Prog Horm Res*, 2002, 57: 257-75.
- Bweir, S., Al-Jarrah, M., Almalty, A. M. *et al.* «Resistance exercise training lowers HbA1c more than aerobic training in adults with type 2 diabetes». *Diabetol Metab Syndr*, 2009, 1: 27.
- Castaneda, C., Layne, J. E., Munoz-Orians, L. *et al.* «A randomized controlled trial of resistance exercise training to improve glycemic control in older adults with type 2 diabetes». *Diabetes Care*, 2002, 25: 2335-41.
- Clark, B. C. and Manini, T. M. «Sarcopenia \neq dynapenia». *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 2008, 63: 829-34.

- Clark, J. E. «Examining matched acute physiological responses to various modes of exercise in individuals who are overweight». *J Strength Cond Res*, 2010, 24: 2239-48.
- Dandona, P., Aljada, A., Chaudhuri, A. and Mohanty, P. «Endothelial dysfunction, inflammation and diabetes». *Rev Endocr Metab Disord*, 2004, 5: 189-97.
- De Feyter, H. M., Praet, S. F., Van Den Broek, N. M. *et al.* «Exercise training improves glycemic control in long-standing insulin-treated type 2 diabetic patients». *Diabetes Care*, 2007, 30: 2511-3.
- De Rekeneire, N., Resnick, H. E., Schwartz, A. V. *et al.* «Diabetes is associated with subclinical functional limitation in nondisabled older individuals: the Health, Aging, and Body Composition study». *Diabetes Care*, 2003, 26: 3257-63.
- Denne, S. C., Liechty, E. A., Liu, Y. M., Brechtel, G. and Baron, A. D. «Proteolysis in skeletal muscle and whole body in response to euglycemic hyperinsulinemia in normal adults». *Am J Physiol*, 1991, 261: E809-14.
- Dionne, I. J., Melancon, M. O., Brochu, M., Ades, P. A. and Poelhman, E. T. «Age-related differences in metabolic adaptations following resistance training in women». *Exp Gerontol*, 2004, 39: 133-8.
- Dunstan, D. W., Daly, R. M., Owen, N. *et al.* «High-intensity resistance training improves glycemic control in older patients with type 2 diabetes». *Diabetes Care*, 2002, 25: 1729-36.
- Estacio, R. O., Regensteiner, J. G., Wolfel, E. E., Jeffers, B., Dickenson, M. and Schrier, R. W. «The association between diabetic complications and exercise capacity in NIDDM patients». *Diabetes Care*, 1998, 21: 291-5.
- Evans, W. J. «What is sarcopenia?». *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 1995, 50 Spec No: 5-8.
- Ferrara, C. M., Lynch, N. A., Nicklas, B. J., Ryan, A. S. and Berman, D. M. «Differences in adipose tissue metabolism between postmenopausal and perimenopausal women». *J Clin Endocrinol Metab*, 2002, 87: 4166-70.
- Ferraro, R., Lillioja, S., Fontvieille, A. M., Rising, R., Bogardus, C. and Ravussin, E. «Lower sedentary metabolic rate in women compared with men». *J Clin Invest*, 1992, 90: 780-4.
- Foster, C., Jackson, A. S., Pollock, M. L. *et al.* «Generalized equations for predicting functional capacity from treadmill performance». *Am Heart J*, 1984, 107: 1229-34.
- Fryburg, D. A., Barrett, E. J., Louard, R. J. and Gelfand, R. A. «Effect of starvation on human muscle protein metabolism and its response to insulin». *Am J Physiol*, 1990, 259: E477-82.
- Fulks, R. M., Li, J. B. and Goldberg, A. L. «Effects of insulin, glucose, and amino acids on protein turnover in rat diaphragm». *J Biol Chem*, 1975, 250: 290-8.
- Garaulet, M., Perez-Llamas, F., Baraza, J. C. *et al.* «Body fat distribution in pre- and post-menopausal women: metabolic and anthropometric variables». *J Nutr Health Aging*, 2002, 6: 123-6.
- Garaulet, M., Perez-Llamas, F., Canteras, M., Tebar, F. J. and Zamora, S. «Endocrine, metabolic and nutritional factors in obesity and their relative significance as studied by factor analysis». *Int J Obes Relat Metab Disord*, 2001, 25: 243-51.

- Genton, L., Karsegard, V. L., Chevalley, T., Kossovsky, M. P., Darmon, P. and Pichard, C. «Body composition changes over 9 years in healthy elderly subjects and impact of physical activity». *Clin Nutr*, 2011, 30: 436-42.
- Gibala, M. J., Little, J. P., Macdonald, M. J. and Hawley, J. A. «Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease». *J Physiol*, 2012, 590: 1077-84.
- Gibala, M. J. and Mcgee, S. L. «Metabolic adaptations to short-term high-intensity interval training: a little pain for a lot of gain?». *Exerc Sport Sci Rev*, 2008, 36: 58-63.
- Gordon, T., Kannel, W. B., Hjortland, M. C. and Mcnamara, P. M. «Menopause and coronary heart disease. The Framingham Study». *Ann Intern Med*, 1978, 89: 157-61.
- Green, J. M., Crews, T. R., Pritchett, R. C., Mathfield, C. and Hall, L. «Heart rate and ratings of perceived exertion during treadmill and elliptical exercise training». *Percept Mot Skills*, 2004, 98: 340-8.
- Gregg, E. W., Beckles, G. L., Williamson, D. F. *et al.* «Diabetes and physical disability among older U.S. adults». *Diabetes Care*, 2000, 23: 1272-7.
- Gregg, E. W., Mangione, C. M., Cauley, J. A. *et al.* «Diabetes and incidence of functional disability in older women». *Diabetes Care*, 2002, 25: 61-7.
- Guillet, C. and Boirie, Y. «Insulin resistance: a contributing factor to age-related muscle mass loss?». *Diabetes Metab*, 2005, 31 Spec No 2: 5S20-5S26.
- Guillet, C., Prod'homme, M., Balage, M. *et al.* «Impaired anabolic response of muscle protein synthesis is associated with S6K1 dysregulation in elderly humans». *FASEB J*, 2004, 18: 1586-7.
- Guyton, Hall *Medical Physiology*. Elsevier Health Sciences, Mississippi 2010 (
- Harris, S. B., Perkins, B. A. and Whalen-Brough, E. «Non-insulin-dependent diabetes mellitus among First Nations children. New entity among First Nations people of north western Ontario». *Can Fam Physician*, 1996, 42: 869-76.
- Harris, T. «Muscle mass and strength: relation to function in population studies». *J Nutr*, 1997, 127: 1004S-06S.
- Hawkins, R. C. «Comparison of four point-of-care HbA1c analytical systems against central laboratory analysis». *Singapore Med J*, 2003, 44: 8-11.
- Hawley, J. A. and Gibala, M. J. «Exercise intensity and insulin sensitivity: how low can you go?». *Diabetologia*, 2009, 52: 1709-13.
- He, J., Watkins, S. and Kelley, D. E. «Skeletal muscle lipid content and oxidative enzyme activity in relation to muscle fiber type in type 2 diabetes and obesity». *Diabetes*, 2001, 50: 817-23.
- Herman, W. H. and Fajans, S. S. «Hemoglobin A1c for the diagnosis of diabetes: practical considerations». *Pol Arch Med Wewn*, 2010, 120: 37-40.

- Higgins, M. W. and Keller, J. B. «Seven measures of ventilatory lung function. Population values and a comparison of their ability to discriminate between persons with and without chronic respiratory symptoms and disease, Tecumseh, Michigan». *Am Rev Respir Dis*, 1973, 108: 258-72.
- Hordern, M. D., Coombes, J. S., Cooney, L. M., Jeffriess, L., Prins, J. B. and Marwick, T. H. «Effects of exercise intervention on myocardial function in type 2 diabetes». *Heart*, 2009, 95: 1343-9.
- Hughes, V. A., Frontera, W. R., Roubenoff, R., Evans, W. J. and Singh, M. A. «Longitudinal changes in body composition in older men and women: role of body weight change and physical activity». *Am J Clin Nutr*, 2002, 76: 473-81.
- Hunter, G. R., McCarthy, J. P. and Bamman, M. M. «Effects of resistance training on older adults». *Sports Med*, 2004, 34: 329-48.
- Hwang, C. L., Wu, Y. T. and Chou, C. H. «Effect of aerobic interval training on exercise capacity and metabolic risk factors in people with cardiometabolic disorders: a meta-analysis». *J Cardiopulm Rehabil Prev*, 2011, 31: 378-85.
- Iannuzzi-Sucich, M., Prestwood, K. M. and Kenny, A. M. «Prevalence of sarcopenia and predictors of skeletal muscle mass in healthy, older men and women». *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 2002, 57: M772-7.
- Idf Definition and diagnosis of diabetes mellitus and intermediate hyperglycemia In, Report of WHO/ IDF consultation, 2005: 2.
- International Expert Committee «International Expert Committee report on the role of the A1C assay in the diagnosis of diabetes». *Diabetes Care*, 2009, 32: 1327-34.
- Ivy, J. L. «Role of exercise training in the prevention and treatment of insulin resistance and non-insulin-dependent diabetes mellitus». *Sports Med*, 1997, 24: 321-36.
- Jakicic, J. M., Marcus, M., Gallagher, K. I. *et al.* «Evaluation of the SenseWear Pro Armband to assess energy expenditure during exercise». *Med Sci Sports Exerc*, 2004, 36: 897-904.
- Janssen, I., Heymsfield, S. B., Baumgartner, R. N. and Ross, R. «Estimation of skeletal muscle mass by bioelectrical impedance analysis». *J Appl Physiol*, 2000, 89: 465-71.
- Jedrzejuk, D. and Milewicz, A. «Consequences of menopause in women with diabetes mellitus - a clinical problem». *Gynecol Endocrinol*, 2005, 21: 280-6.
- Jefferson, L. S., Rannels, D. E., Munger, B. L. and Morgan, H. E. «Insulin in the regulation of protein turnover in heart and skeletal muscle». *Fed Proc*, 1974, 33: 1098-104.
- Kamel, H. K. «Sarcopenia and aging». *Nutr Rev*, 2003, 61: 157-67.
- Kannel, W. B. «Metabolic risk factors for coronary heart disease in women: perspective from the Framingham Study». *Am Heart J*, 1987, 114: 413-9.
- Karakelides, H. and Nair, K. S. «Sarcopenia of aging and its metabolic impact». *Curr Top Dev Biol*, 2005, 68: 123-48.

- Karelis, A. D., Tousignant, B., Nantel, J. *et al.* «Association of insulin sensitivity and muscle strength in overweight and obese sedentary postmenopausal women». *Appl Physiol Nutr Metab*, 2007, 32: 297-301.
- Karvonen, J. and Vuorimaa, T. «Heart rate and exercise intensity during sports activities. Practical application». *Sports Med*, 1988, 5: 303-11.
- Kelley, D. E., He, J., Menshikova, E. V. and Ritov, V. B. «Dysfunction of mitochondria in human skeletal muscle in type 2 diabetes». *Diabetes*, 2002, 51: 2944-50.
- Khaw, K. T., Wareham, N., Luben, R. *et al.* «Glycated haemoglobin, diabetes, and mortality in men in Norfolk cohort of european prospective investigation of cancer and nutrition (EPIC-Norfolk)». *BMJ*, 2001, 322: 15-8.
- King, H., Aubert, R. E. and Herman, W. H. «Global burden of diabetes, 1995-2025: prevalence, numerical estimates, and projections». *Diabetes Care*, 1998, 21: 1414-31.
- Kino-Québec L'activité physique comme déterminant de la qualité de vie des personnes de 65 ans et plus - Avis du comité scientifique de Kino-Québec In, Québec, 2002.
- Kostka, T. «Quadriceps maximal power and optimal shortening velocity in 335 men aged 23-88 years». *Eur J Appl Physiol*, 2005, 95: 140-5.
- Kravitz L., W. B., Mayo J.J, Daniels R. & Charette K «Metabolic response of elliptical exercise training ». *Medecine and Science in Sports and Exercise*, 1998, 60 (Suppl.): S169.
- Kumar, P. R., Bhansali, A., Ravikiran, M. *et al.* «Utility of glycated hemoglobin in diagnosing type 2 diabetes mellitus: a community-based study». *J Clin Endocrinol Metab*, 2010, 95: 2832-5.
- Kuriyan, R., Thomas, T. and Kurpad, A. V. «Total body muscle mass estimation from bioelectrical impedance analysis & simple anthropometric measurements in Indian men». *Indian J Med Res*, 2008, 127: 441-6.
- Lerman, J., Bruce, R. A., Sivarajan, E., Pettet, G. E. and Trimble, S. «Low-level dynamic exercises for earlier cardiac rehabilitation: aerobic and hemodynamic responses». *Arch Phys Med Rehabil*, 1976, 57: 355-60.
- Lexell, J. «Human aging, muscle mass, and fiber type composition». *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 1995, 50 Spec No: 11-6.
- Ley, C. J., Lees, B. and Stevenson, J. C. «Sex- and menopause-associated changes in body-fat distribution». *Am J Clin Nutr*, 1992, 55: 950-4.
- Liistro, G., Vanwelde, C., Vincken, W., Vandevoorde, J., Verleden, G. and Buffels, J. «Technical and functional assessment of 10 office spirometers: A multicenter comparative study». *Chest*, 2006, 130: 657-65.
- Lindle, R. S., Metter, E. J., Lynch, N. A. *et al.* «Age and gender comparisons of muscle strength in 654 women and men aged 20-93 yr». *J Appl Physiol*, 1997, 83: 1581-7.

- Little, J. P., Gillen, J. B., Percival, M. E. *et al.* «Low-volume high-intensity interval training reduces hyperglycemia and increases muscle mitochondrial capacity in patients with type 2 diabetes». *J Appl Physiol*, 2011, 111: 1554-60.
- Lord, S. R., Caplan, G. A., Colagiuri, R., Colagiuri, S. and Ward, J. A. «Sensori-motor function in older persons with diabetes». *Diabet Med*, 1993, 10: 614-8.
- Luhrmann, P. M., Herbert, B. M., Gaster, C. and Neuhauser-Berthold, M. «Validation of a self-administered 3-day estimated dietary record for use in the elderly». *Eur J Nutr*, 1999, 38: 235-40.
- Lukaski, H. C., Bolonchuk, W. W., Hall, C. B. and Siders, W. A. «Validation of tetrapolar bioelectrical impedance method to assess human body composition». *J Appl Physiol*, 1986, 60: 1327-32.
- Macaluso, A. and De Vito, G. «Muscle strength, power and adaptations to resistance training in older people». *Eur J Appl Physiol*, 2004, 91: 450-72.
- Manini, T. M. «Energy expenditure and aging». *Ageing Res Rev*, 2010, 9: 1-11.
- Manini, T. M. and Clark, B. C. «Dynapenia and Aging: An Update». *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 2011
- Marcell, T. J. «Sarcopenia: causes, consequences, and preventions». *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 2003, 58: M911-6.
- Mathiowetz, V., Kashman, N., Volland, G., Weber, K., Dowe, M. and Rogers, S. «Grip and pinch strength: normative data for adults». *Arch Phys Med Rehabil*, 1985, 66: 69-74.
- Mathiowetz, V., Weber, K., Volland, G. and Kashman, N. «Reliability and validity of grip and pinch strength evaluations». *J Hand Surg Am*, 1984, 9: 222-6.
- Matthews, K. A., Meilahn, E., Kuller, L. H., Kelsey, S. F., Caggiula, A. W. and Wing, R. R. «Menopause and risk factors for coronary heart disease». *N Engl J Med*, 1989, 321: 641-6.
- Maurer, M. S., Burcham, J. and Cheng, H. «Diabetes mellitus is associated with an increased risk of falls in elderly residents of a long-term care facility». *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 2005, 60: 1157-62.
- Mazza, A. D. and Morley, J. E. «Update on diabetes in the elderly and the application of current therapeutics». *J Am Med Dir Assoc*, 2007, 8: 489-92.
- Mc Ardle, K. K. Système d'approvisionnement et d'extraction d'énergie. In: MALOINE/EDISEM (Ed), *Physiologie de l'activité physique*, Paris, 2001: 348-49.
- McCinnis, K. J. and Balady, G. J. «Comparison of submaximal exercise responses using the Bruce vs modified Bruce protocols». *Med Sci Sports Exerc*, 1994, 26: 103-7.
- Mignault, D., St-Onge, M., Karelis, A. D., Allison, D. B. and Rabasa-Lhoret, R. «Evaluation of the Portable HealthWear Armband: a device to measure total daily energy expenditure in free-living type 2 diabetic individuals». *Diabetes Care*, 2005, 28: 225-7.
- Moholdt, T., Aamot, I. L., Granoien, I. *et al.* «Aerobic interval training increases peak oxygen uptake more than usual care exercise training in myocardial infarction patients: a randomized controlled study». *Clin Rehabil*, 2012, 26: 33-44.

- Moholdt, T. T., Amundsen, B. H., Rustad, L. A. *et al.* «Aerobic interval training versus continuous moderate exercise after coronary artery bypass surgery: a randomized study of cardiovascular effects and quality of life». *Am Heart J*, 2009, 158: 1031-7.
- Molmen-Hansen, H. E., Stolen, T., Tjonna, A. E. *et al.* «Aerobic interval training reduces blood pressure and improves myocardial function in hypertensive patients». *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*, 2011
- Monteiro, L. Z., Fiani, C. R., Freitas, M. C., Zanetti, M. L. and Foss, M. C. «[Decrease in blood pressure, body mass index and glycemia after aerobic training in elderly women with type 2 diabetes.]». *Arq Bras Cardiol*, 2010
- Moran, C. M., Pye, S. D., Ellis, W. *et al.* «A comparison of the imaging performance of high resolution ultrasound scanners for preclinical imaging». *Ultrasound Med Biol*, 2011, 37: 493-501.
- Morley, J. E. «Diabetes, sarcopenia, and frailty». *Clin Geriatr Med*, 2008, 24: 455-69, vi.
- Mosoni, L., Houlier, M. L., Mirand, P. P., Bayle, G. and Grizard, J. «Effect of amino acids alone or with insulin on muscle and liver protein synthesis in adult and old rats». *Am J Physiol*, 1993, 264: E614-20.
- Mourier, A., Gautier, J. F., 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 supplements». *Diabetes Care*, 1997, 20: 385-91.
- Narayan, K. M., Boyle, J. P., Thompson, T. J., Sorensen, S. W. and Williamson, D. F. «Lifetime risk for diabetes mellitus in the United States». *JAMA*, 2003, 290: 1884-90.
- Narayan, K. M., Gregg, E. W., Fagot-Campagna, A., Engelgau, M. M. and Vinicor, F. «Diabetes--a common, growing, serious, costly, and potentially preventable public health problem». *Diabetes Res Clin Pract*, 2000, 50 Suppl 2: S77-84.
- Narici, M. V., Reeves, N. D., Morse, C. I. and Maganaris, C. N. «Muscular adaptations to resistance exercise in the elderly». *J Musculoskelet Neuronal Interact*, 2004, 4: 161-4.
- Nathan, D. M., Buse, J. B., Davidson, M. B. *et al.* «Management of hyperglycaemia in type 2 diabetes mellitus: a consensus algorithm for the initiation and adjustment of therapy. Update regarding the thiazolidinediones». *Diabetologia*, 2008, 51: 8-11.
- Ng, C. L., Goh, S. Y., Malhotra, R., Ostbye, T. and Tai, E. S. «Minimal difference between aerobic and progressive resistance exercise on metabolic profile and fitness in older adults with diabetes mellitus: a randomised trial». *J Physiother*, 2010, 56: 163-70.
- Nichols, J. H., Howard, C., Loman, K., Miller, C., Nyberg, D. and Chan, D. W. «Laboratory and bedside evaluation of portable glucose meters». *Am J Clin Pathol*, 1995, 103: 244-51.
- Nunez, C., Gallagher, D., Grammes, J. *et al.* «Bioimpedance analysis: potential for measuring lower limb skeletal muscle mass». *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, 1999, 23: 96-103.
- Nyboer, J. «Workable volume and flow concepts of bio-segments by electrical impedance plethysmography». *TIT J Life Sci*, 1972, 2: 1-13.

- Oms Agissons contre le diabète. In, 2003.
- Oms Vieillessement et qualité de vie. In, 2007.
- Oms Diabète. In, 2009.
- Oms Canada. In, Canada, 2010a.
- Oms Vieillessement. In, 2010b.
- Park, S. W., Goodpaster, B. H., Lee, J. S. *et al.* «Excessive loss of skeletal muscle mass in older adults with type 2 diabetes». *Diabetes Care*, 2009, 32: 1993-7.
- Park, S. W., Goodpaster, B. H., Strotmeyer, E. S. *et al.* «Accelerated loss of skeletal muscle strength in older adults with type 2 diabetes: the health, aging, and body composition study». *Diabetes Care*, 2007, 30: 1507-12.
- Pereira, S., Marliss, E. B., Morais, J. A., Chevalier, S. and Gougeon, R. «Insulin resistance of protein metabolism in type 2 diabetes». *Diabetes*, 2008, 57: 56-63.
- Petersen, K. F., Befroy, D., Dufour, S. *et al.* «Mitochondrial dysfunction in the elderly: possible role in insulin resistance». *Science*, 2003, 300: 1140-2.
- Pietrobelli, A., Morini, P., Battistini, N., Chiumello, G., Nunez, C. and Heymsfield, S. B. «Appendicular skeletal muscle mass: prediction from multiple frequency segmental bioimpedance analysis». *Eur J Clin Nutr*, 1998, 52: 507-11.
- Polotsky, H. N. and Polotsky, A. J. «Metabolic implications of menopause». *Semin Reprod Med*, 2010, 28: 426-34.
- Poortemans, R. Les mécanismes biochimiques de la contraction musculaire; la typologie des fibres. In: D. BOECK (Ed), *Biochimie des activités physiques et sportives*, Bruxelles, 2009.
- Porcari J.P, Z. J. M., Nower L. & Miller M. «Evaluation of an elliptique exerciser in comparison to treadmill walking and running, stationary cycling, and stepping.». *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1998, 60(Suppl.): S168.
- Praet, S. F., Jonkers, R. A., Schep, G. *et al.* «Long-standing, insulin-treated type 2 diabetes patients with complications respond well to short-term resistance and interval exercise training». *Eur J Endocrinol*, 2008, 158: 163-72.
- Prentice, A. M. and Jebb, S. A. «Beyond body mass index». *Obes Rev*, 2001, 2: 141-7.
- Proctor, D. N., Balagopal, P. and Nair, K. S. «Age-related sarcopenia in humans is associated with reduced synthetic rates of specific muscle proteins». *J Nutr*, 1998, 128: 351S-55S.
- Reaven, G. M. «Banting lecture 1988. Role of insulin resistance in human disease». *Diabetes*, 1988, 37: 1595-607.

- Reaven, G. M. «Insulin resistance, the insulin resistance syndrome, and cardiovascular disease». *Panminerva Med*, 2005, 47: 201-10.
- Ryerson, B., Tierney, E. F., Thompson, T. J. *et al.* «Excess physical limitations among adults with diabetes in the U.S. population, 1997-1999». *Diabetes Care*, 2003, 26: 206-10.
- Sanz, C., Gautier, J. F. and Hanaire, H. «Physical exercise for the prevention and treatment of type 2 diabetes». *Diabetes Metab*, 2010, 36: 346-51.
- Seidell, J. C. and Visscher, T. L. «Body weight and weight change and their health implications for the elderly». *Eur J Clin Nutr*, 2000, 54 Suppl 3: S33-9.
- Shimokata, H., Tobin, J. D., Muller, D. C., Elahi, D., Coon, P. J. and Andres, R. «Studies in the distribution of body fat: I. Effects of age, sex, and obesity». *J Gerontol*, 1989, 44: M66-73.
- Sigal, R. J., Kenny, G. P., Boule, N. G. *et al.* «Effects of aerobic training, resistance training, or both on glycemic control in type 2 diabetes: a randomized trial». *Ann Intern Med*, 2007, 147: 357-69.
- Sijie, T., Hainai, Y., Fengying, Y. and Jianxiong, W. «High intensity interval exercise training in overweight young women». *J Sports Med Phys Fitness*, 2012, 52: 255-62.
- Snowling, N. J. and Hopkins, W. G. «Effects of different modes of exercise training on glucose control and risk factors for complications in type 2 diabetic patients: a meta-analysis». *Diabetes Care*, 2006, 29: 2518-27.
- Soman, V. R., Koivisto, V. A., Deibert, D., Felig, P. and DeFronzo, R. A. «Increased insulin sensitivity and insulin binding to monocytes after physical training». *N Engl J Med*, 1979, 301: 1200-4.
- Song, X. M., Ryder, J. W., Kawano, Y., Chibalin, A. V., Krook, A. and Zierath, J. R. «Muscle fiber type specificity in insulin signal transduction». *Am J Physiol*, 1999, 277: R1690-6.
- Spirduso «Physical dimensions of aging». *Human kinetics; Champaign*, 2005: 432.
- St-Arnaud J, B. M. E. T. S. C. «Espérance de vie». *Rapport sur la santé, n 82-003 au catalogue 2005*, 2005, vol 17 n1: 45-49.
- St-Onge, M., Mignault, D., Allison, D. B. and Rabasa-Lhoret, R. «Evaluation of a portable device to measure daily energy expenditure in free-living adults». *Am J Clin Nutr*, 2007, 85: 742-9.
- Staron, R. S., Hagerman, F. C., Hikida, R. S. *et al.* «Fiber type composition of the vastus lateralis muscle of young men and women». *J Histochem Cytochem*, 2000, 48: 623-9.
- Statistique Canada Un portrait des aînés au Canada. In, 2006.
- Statistique Canada Diabète. In, Canada, 2010.
- Statistiquecanada Santé-Activité physique. In: [HTTP://WWW4.HRSDC.GC.CA/.3NDIC.1T.4R@-FRA.JSP?IID=8](http://www4.hrsdc.gc.ca/.3NDIC.1T.4R@-FRA.JSP?IID=8) (Ed, 2006).

- Stevenson, J. C., Crook, D., Godsland, I. F., Collins, P. and Whitehead, M. I. «Hormone replacement therapy and the cardiovascular system. Nonlipid effects». *Drugs*, 1994, 47 Suppl 2: 35-41.
- Tamborlane, W. V., Kollman, C., Steffes, M. W. *et al.* «Comparison of fingerstick hemoglobin A1c levels assayed by DCA 2000 with the DCCT/EDIC central laboratory assay: results of a Diabetes Research in Children Network (DirecNet) Study». *Pediatr Diabetes*, 2005, 6: 13-6.
- Taylor, J. D. «The impact of a supervised strength and aerobic training program on muscular strength and aerobic capacity in individuals with type 2 diabetes». *J Strength Cond Res*, 2007, 21: 824-30.
- Tjonna, A. E., Stolen, T. O., Bye, A. *et al.* «Aerobic interval training reduces cardiovascular risk factors more than a multitreatment approach in overweight adolescents». *Clin Sci (Lond)*, 2009, 116: 317-26.
- Trapp, E. G., Chisholm, D. J., Freund, J. and Boutcher, S. H. «The effects of high-intensity intermittent exercise training on fat loss and fasting insulin levels of young women». *Int J Obes (Lond)*, 2008, 32: 684-91.
- Vandervoort, A. A. «Aging of the human neuromuscular system». *Muscle Nerve*, 2002, 25: 17-25.
- Volpato, S., Leveille, S. G., Blaum, C., Fried, L. P. and Guralnik, J. M. «Risk factors for falls in older disabled women with diabetes: the women's health and aging study». *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 2005, 60: 1539-45.
- Wang, Q., Hassager, C., Ravn, P., Wang, S. and Christiansen, C. «Total and regional body-composition changes in early postmenopausal women: age-related or menopause-related?». *Am J Clin Nutr*, 1994, 60: 843-8.
- Waters, D. L., Baumgartner, R. N. and Garry, P. J. «Sarcopenia: current perspectives». *J Nutr Health Aging*, 2000, 4: 133-9.
- Welk, G. J., McClain, J. J., Eisenmann, J. C. and Wickel, E. E. «Field validation of the MTI Actigraph and BodyMedia armband monitor using the IDEEA monitor». *Obesity (Silver Spring)*, 2007, 15: 918-28.
- Whyte, L. J., Gill, J. M. and Cathcart, A. J. «Effect of 2 weeks of sprint interval training on health-related outcomes in sedentary overweight/obese men». *Metabolism*, 2010, 59: 1421-8.
- Wild, S., Roglic, G., Green, A., Sicree, R. and King, H. «Global prevalence of diabetes: estimates for the year 2000 and projections for 2030». *Diabetes Care*, 2004, 27: 1047-53.
- Winder, W. W. «Energy-sensing and signaling by AMP-activated protein kinase in skeletal muscle». *J Appl Physiol*, 2001, 91: 1017-28.
- Wing, R. R., Matthews, K. A., Kuller, L. H., Meilahn, E. N. and Plantinga, P. L. «Weight gain at the time of menopause». *Arch Intern Med*, 1991, 151: 97-102.
- Zafon, C. «Oscillations in total body fat content through life: an evolutionary perspective». *Obes Rev*, 2007, 8: 525-30.

- Zamboni, M., Armellini, F., Milani, M. P. *et al.* «Body fat distribution in pre- and post-menopausal women: metabolic and anthropometric variables and their inter-relationships». *Int J Obes Relat Metab Disord*, 1992, 16: 495-504.
- Zamboni, M., Turcato, E., Santana, H. *et al.* «The relationship between body composition and physical performance in older women». *J Am Geriatr Soc*, 1999, 47: 1403-8.
- Zanuso, S., Jimenez, A., Pugliese, G., Corigliano, G. and Balducci, S. «Exercise for the management of type 2 diabetes: a review of the evidence». *Acta Diabetol*, 2010, 47: 15-22.