

UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Dépense énergétique journalière et comportements sédentaires : impact aigu et
chronique de la pratique d'exercice chez des hommes âgés sarcopéniques

Par

Berthine Kelly Jean Glouzon

Mémoire présenté à la Faculté d'éducation physique et sportive
en vue de l'obtention du grade de
Maître ès sciences (M.Sc.)
Sciences de l'activité physique

Avril 2014

© Berthine Kelly Jean Glouzon, 2014

UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Faculté d'éducation physique et sportive

Dépense énergétique journalière et comportements sédentaires : impact aigu et chronique de la pratique d'exercice chez des hommes âgés sarcopéniques

Berthine Kelly Jean Glouzon

a été évalué par un jury composé des personnes suivantes :

Isabelle J. Dionne, Ph.D., Directrice de recherche

Martin Brochu, Ph.D., Évaluateur interne

Mylène Aubertin-Leheudre, Ph.D., Évaluatrice externe

Mémoire accepté le 4 avril 2014

RÉSUMÉ

Le vieillissement est accompagné d'une prévalence importante de la sarcopénie (perte de masse musculaire) pouvant engendrer fatigue, risques de chute et incapacités physiques, exacerbant ainsi un cercle vicieux impliquant la sédentarité et une diminution de la dépense énergétique. Récemment, des études ont démontré que les comportements sédentaires (dépense énergétique avoisinant celle de repos, en position assise ou allongée) étaient un facteur de risque de diabète de type 2, de maladies cardiovasculaires et de mortalité prématurée, indépendamment du niveau d'activité physique à intensité modérée ou élevée. Ainsi, on peut être physiquement « actif » et quand même accumuler de longues périodes à être assis. Pourtant, l'entraînement peut favoriser l'augmentation de la masse musculaire et de la dépense énergétique, améliorer la sensation de bien-être et d'activation tout en diminuant la sensation de fatigue. Aucune étude à ce jour n'a analysé les effets de l'exercice ou de l'entraînement sur les comportements sédentaires chez des personnes sarcopéniques pouvant être plus fatigables. Le premier objectif est donc de vérifier quels sont les effets d'une séance d'exercice sur les comportements sédentaires (CS) et la dépense énergétique d'activités physiques (DÉAP) du reste de la journée lors d'une journée avec exercice (JEX) et d'une journée sans exercice physique (JSEP). Le deuxième objectif vise à vérifier la persistance de ces effets après une intervention en entraînement de 16 semaines chez des personnes âgées sarcopéniques.

Six hommes âgés de 65 à 75 ans, sarcopéniques non obèses (âge = $65 \pm 5,51$ ans ; indice de masse corporelle = $26,38 \pm 1,58$ kg/m², avec un indice de masse musculaire appendiculaire = $8,32 \pm 0,46$ kg/m²) ont suivi un entraînement musculaire contre résistance progressif d'une heure à raison de 3 séances par semaine pendant 16 semaines. La masse grasse (MG) et la masse maigre (MM) ont été mesurées à l'aide d'un DEXA, puis les indices de masses musculaires totale et appendiculaire ont été calculés [IMM et IMMapp, MM (kg)/taille (m²)]. Le niveau d'activités physiques (questionnaire PASE) ainsi que le métabolisme de repos ont également été évalués. Les comportements sédentaires ont été estimés grâce au journal d'activités physiques (JAP) et la dépense énergétique d'activités physiques par accélérométrie à l'aide de l'Actical (ACT) dont l'unité de mesure est le compte d'activités.

Avant l'intervention, les sujets tendaient à être moins souvent assis, étaient plus souvent debout, ont passé plus de temps et ont dépensé plus d'énergie à faire des activités d'intensité modérée ($p = 0,03$) pendant la JEX comparativement à la JSEP. Après 16 semaines d'entraînement, il n'y avait plus de différence entre la JEX et la JSEP. De même, une diminution du pourcentage de la MG, une augmentation de la MM, de l'IMM et de l'IMMapp, du score de PASE, du compte d'activités ont aussi été remarquées après l'intervention ($p \leq 0,05$). Une diminution de la DÉAP des activités sédentaires a également été décelée à la fin de l'intervention ($p = 0,03$).

L'exercice et l'entraînement musculaires auraient donc des effets aigus et chroniques sur la diminution des comportements sédentaires et sur l'augmentation de la DÉAP chez des individus sarcopéniques, réfutant du même coup la croyance générale voulant que les personnes âgées qui font de l'exercice aient plutôt tendance à demeurer inactives le reste de la journée. L'entraînement pourrait donc être considéré comme une intervention à part entière dans la lutte contre la sédentarité chez des personnes sarcopéniques. D'autres études sont néanmoins nécessaires pour confirmer ces résultats préliminaires.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX.....	viii
LISTE DES FIGURES.....	ix
LISTE DES ABRÉVIATIONS ET DES ACRONYMES.....	1
REMERCIEMENTS.....	2
INTRODUCTION.....	3
Chapitre 1 RECENSION DES ÉCRITS.....	7
1.1 ACTIVITÉ PHYSIQUE ET ENTRAÎNEMENT.....	7
1.1.1 Quelques définitions.....	7
1.1.2 Entraînement, activité physique et santé.....	8
1.1.3 Inactivité physique en tant que facteur de risque : déterminants et conséquences.....	12
1.2 COMPORTEMENTS SÉDENTAIRES – SÉDENTARITÉ.....	13
1.2.1 Définition des concepts.....	13
1.2.2 Comportements sédentaires : prévalence et déterminants.....	15
1.2.3 Comportements sédentaires en tant que facteur de risque.....	16
1.2.4 Comportements sédentaires et activité physique.....	19
1.2.5 Sédentarité : pistes de mécanismes et de voies métaboliques.....	22
1.2.6 Sédentarité et sarcopénie : relation de cause ou de conséquence.....	26
1.3 DÉPENSE ÉNERGÉTIQUE.....	28
1.3.1 Métabolisme énergétique.....	28
1.3.2 Dépense énergétique d'activités physiques.....	31
1.3.3 Dépense énergétique et sarcopénie.....	36

1.3.4	Entraînement physique, sarcopénie et dépense énergétique	38
Chapitre 2 PROBLÉMATIQUE		41
2.1	QUESTIONS NON RÉSOLUES PAR LA LITTÉRATURE.....	41
2.2	QUESTION DE RECHERCHE.....	45
2.3	OBJECTIFS.....	46
2.4	HYPOTHÈSES	46
Chapitre 3 MÉTHODES DE RECHERCHE		47
3.1	DEVIS QUASI-EXPERIMENTAL	47
3.1.1	Contexte de l'étude : projet PRO	47
3.1.2	Sujets.....	48
3.1.3	Protocole et procédures.....	48
3.1.4	Mesures du contexte du projet PRO	50
3.1.5	Mesures d'intérêt ajoutées au projet PRO.....	53
3.2	INTERVENTION EN ENTRAÎNEMENT MUSCULAIRE CONTRE RÉSISTANCE	56
3.3	ANALYSES STATISTIQUES	57
3.4	CONSIDÉRATIONS ÉTHIQUES.....	58
Chapitre 4 RÉSULTATS		60
4.1	CARACTÉRISTIQUES DE L'ÉCHANTILLON.....	60
4.2	EFFETS AIGUS DE L'EXERCICE MUSCULAIRE	62
4.2.1	Effets aigus de l'exercice musculaire : différences entre JEX et JSEP avant l'intervention	62
4.2.2	Effets aigus de l'exercice musculaire : différences entre JEX et JSEP après l'intervention.....	68
4.3	EFFETS CHRONIQUES DE L'ENTRAÎNEMENT MUSCULAIRE CONTRE RÉSISTANCE	70
Chapitre 5 INTERPRÉTATION ET DISCUSSION DES RÉSULTATS		74

5.1	RAPPEL DES HYPOTHÈSES	74
5.2	EFFETS AIGUS DE L'EXERCICE MUSCULAIRE	75
5.3	EFFETS CHRONIQUES DE L'ENTRAÎNEMENT MUSCULAIRE	77
5.4	FATIGUE, SARCOPÉNIE ET ENTRAÎNEMENT	78
5.5	CRITIQUE DU TRAVAIL	82
5.6	TRAVAUX FUTURS ET PERSPECTIVES DU DOMAINE DE RECHERCHE.....	85
	CONCLUSION	87
	RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	89
	ANNEXE A Questionnaire téléphonique pour recrutement.....	116
	ANNEXE B Formulaire de consentement et d'informations	119
	ANNEXE C Questionnaire sur l'aptitude à l'activité physique	131
	ANNEXE D Feuilles de route.....	132
	ANNEXE E Questionnaire sur le niveau d'activités physiques PASE	141
	ANNEXE F Test de force : Test de 1-RM.....	148
	ANNEXE G Journal d'activités physiques.....	149
	ANNEXE H Accélérométrie : Actical (DÉAP).....	151
	ANNEXE I Programme d'entraînement musculaire	153

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Caractéristiques de l'échantillon	61
Tableau 2. Pourcentage moyen du temps d'éveil passé à accomplir différentes activités lors des journées JEX et JSEP avant intervention — JAP	62
Tableau 3. Différences entre la JEX et la JSEP avant intervention — ACT	64
Tableau 4. Pourcentage moyen du temps d'éveil passé à accomplir différentes activités lors des journées JEX et JSEP après intervention — JAP	68
Tableau 5. Différences entre la JEX et la JSEP après l'intervention — ACT	69
Tableau 6. Différences avant et après l'intervention en entraînement musculaire contre résistance	71

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Les principaux déterminants de la santé (Whitehead & Dahlgren, 1991).....	4
Figure 2. Répartition de la dépense énergétique sur une période de 24 h pour un individu adulte normal (Rigaud & Melchior, 1992)	29
Figure 3. Différence de la proportion du temps passé à faire des activités légères accomplies debout entre la JEX et la JSEP avant intervention — JAP	63
Figure 4. Différence de la proportion de la DÉAP des activités sédentaires entre la JEX et la JSEP avant intervention — ACT.....	65
Figure 5. Différence de la DÉAP des activités à intensité modérée en METs entre la JEX et la JSEP avant intervention — ACT.....	65
Figure 6. Différence de la proportion de la DÉAP des activités à intensité modérée entre la JEX et la JSEP avant intervention — ACT.....	66
Figure 7. Différence de la proportion du temps passé à accomplir des activités à intensité modérée entre la JEX et la JSEP avant intervention — ACT	66
Figure 8. Différence de la DÉAP totale journalière en kcal entre la JEX et la JSEP avant intervention — ACT.....	67
Figure 9. Différence du compte d'activités entre la JEX et la JSEP avant intervention — ACT.....	67
Figure 10. Différence de la distribution de la DÉAP selon l'intensité des activités accomplies avant et après l'intervention en entraînement musculaire contre résistance — ACT.....	73

LISTE DES ABRÉVIATIONS

ET DES ACRONYMES

ACT	Actical
CA	Compte d'activités
Cat	Catégorie
CDC	<i>Center for Disease Control</i>
CS	Comportements sédentaires
DÉAP, -E, -NE	Dépense énergétique d'activités physique, induite par l'Exercice, Non induite par l'Exercice
DÉR	Dépense énergétique de repos
DÉT	Dépense énergétique totale
HDL	<i>High density lipoprotein</i> , lipoprotéine de haute densité
HP-LPL, LPL	<i>Heparin releasable lipoprotein lipase</i> , lipoprotéine lipase
IMM	Indice de masse musculaire
IMMapp	Indice de masse musculaire appendiculaire
INSERM	Institut national de la santé et de la recherche médicale
Int	Intensité
JAP	Journal d'activités physiques
JEX	Journée avec exercice physique
JSEP	Journée sans exercice physique
Lég Deb	Activités légères accomplies debout
Mar Lent	Activités de type marche lente
Mb-Inf	Membres inférieurs / Mb-Sup : Membres supérieurs
MG	Masse grasse
MM	Masse maigre
MMapp	Masse musculaire appendiculaire
PASE	Questionnaire <i>Physical Activity Scale for Elderly</i>
Séd, Lég, Mod	Activité sédentaire, à intensité légère ou modérée
TPP	Thermogénèse postprandiale
Trav Lég	Activités de type travaux manuels légers
VLDL	<i>Very low density lipoprotein</i> , lipoprotéine de très faible densité
VO2max	Consommation maximale d'oxygène à l'effort
VO2peak	Valeur maximale de la consommation d'oxygène à l'effort
WHO	<i>World Health Organization</i>
1-RM	Une répétition maximale

REMERCIEMENTS

Je tenais tout d'abord à remercier ma directrice, la Pre Isabelle DIONNE pour m'avoir offert l'occasion d'étudier dans son laboratoire et de m'avoir ouvert la porte de l'univers de la recherche. Merci pour cette rigueur, ces rires, ces encouragements et cette curiosité qui m'ont permis d'apprendre, et de me questionner ; je ne saurais jamais t'oublier. Merci à mon évaluateur interne, le Pr Martin BROCHU ainsi qu'à mon évaluatrice externe, la Pre Mylène AUBERTIN-LEHEUDRE pour le temps et la disponibilité dont ils ont fait preuve tous deux pour l'évaluation de ce mémoire.

À mes collègues de laboratoire de l'unité 56, un grand merci pour votre présence, vos encouragements et vos desserts sucrés qui ont su apporter la bonne énergie quand j'en avais le plus besoin. Mon passage auprès de vous m'aura marqué à vie. À tout le personnel du Centre de recherche sur le vieillissement et à celui de l'Université de Sherbrooke qui ont facilité mon intégration aux études au Québec ; je vous dis merci de tout cœur. Un grand merci également aux Producteurs laitiers du Canada qui ont financé et permis la réalisation de ce projet.

À mes parents, Rose Margareth et Wilson JEAN, nés pour aimer et changer les vies autour d'eux : je vous aime. Merci de m'avoir enseigné l'amour, la famille, la vie, la détermination et la persévérance malgré les épreuves : vous êtes à l'origine de la perle que je suis! À Martine, Wilkerson et Abel JEAN; je n'aurais jamais pu rêver mieux comme frères et sœur : merci pour votre amour et votre soutien. Je vous aime.

À mon époux, Séhi GLOUZON, mon équilibre, mon soutien et mon confident : tu inspires et fais la joie de ta femme. Merci pour ta présence dans ma vie, tu es tout simplement le meilleur. Je t'aime et sais qu'ensemble, nous y arriverons.

Enfin, à l'Auteur de mes jours, à l'Amoureux de mon âme; à Celui qui peut bien au-delà de ce que je pensais et pouvais, soit la gloire et l'hommage pour cette maîtrise : merci Seigneur pour le souffle, le courage et la force que tu m'as donné chaque jour. Je n'aurai jamais cru être là où je suis aujourd'hui et je sais que le meilleur est à venir. Chapeau bas à Toi Jésus Christ.

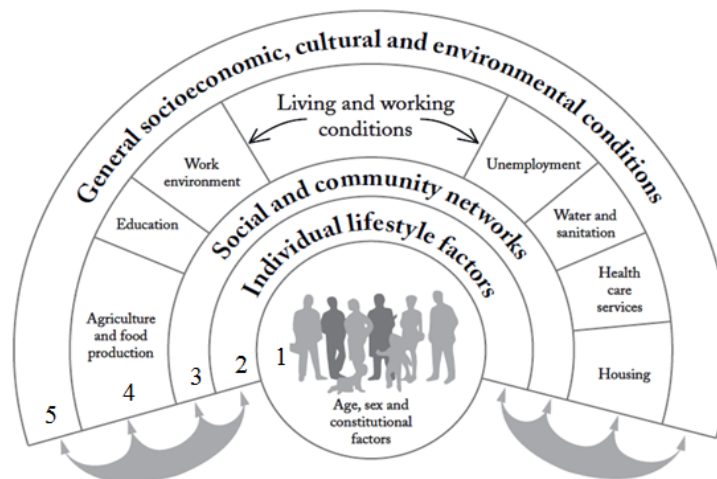
INTRODUCTION

« Être en bonne santé », « manger santé » ou encore « avoir un poids santé »; que d'expressions n'entendons-nous pas dans notre quotidien faisant mention de la santé? Selon la définition de l'Organisation Mondiale de la Santé (1946), la santé se définit comme étant « *un état de complet bien-être physique, mental et social et ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité* » (WHO, 1975).

De nos jours, la santé est au cœur des préoccupations. Pourquoi donc en est-ce ainsi? Car elle fait partie de ces paramètres qui influencent le plus directement notre vie dans son quotidien : elle influe nos rapports avec notre entourage familial et social, notre bien-être physique et mental, l'estime que nous avons de nous-mêmes, notre productivité... À l'échelle d'un pays, on parlerait plus d'impacts sur le plan politique (décisions concernant l'enveloppe budgétaire à allouer aux services de soins de santé, édition de recommandations, politiques de prévention...), économique (frais en matière de soins de santé, baisse/hausse de productivité, coût des arrêts maladie, chômage, etc.) ainsi que sur le plan social (indice de qualité de vie ou du « bon vivre » d'un pays, etc.).

Dans un même ordre d'idée, Whitehead et Dahlgren (1991) ont conçu un modèle illustrant assez bien de quelle manière les différents déterminants individuels et environnementaux influencent la santé (Figure 1). Il s'agit de cinq facteurs précis qui ont une influence plus ou moins directe en fonction du chiffre de la catégorie. La première catégorie de déterminants influençant le plus la santé unit l'âge, le sexe ainsi que les facteurs héréditaires. La deuxième rassemble les facteurs liés au mode de vie individuel. Le troisième déterminant cerne les influences sociales et communautaires

auxquelles l'individu est exposé. La quatrième catégorie traite des conditions de vie et de travail. Enfin, le cinquième déterminant englobe les conditions socio-économiques, culturelles et l'environnement global du milieu, de la communauté ou encore du pays où vit l'individu (Whitehead & Dahlgren, 1991).



Source: Dahlgren and Whitehead, 1993

Traductions par DETERMINE - un Consortium de l'Union Européenne pour l'Action sur les Déterminants socio-économiques de la santé :

- 1 : Âge, sexe et facteurs héréditaires
- 2 : Facteurs liés au mode de vie individuel
- 3 : Influences sociales et communautaires
- 4 : Conditions de vie et de travail
- 5 : Conditions socio-économiques, culturelles et environnementales globales

Figure 1. Les principaux déterminants de la santé (Whitehead & Dahlgren, 1991)

Il est vrai que la première catégorie de déterminants affectant le plus la santé, à savoir l'âge, le sexe et les facteurs héréditaires, n'est que très peu modifiable, pour ne dire aucunement. Cependant, la deuxième catégorie de déterminants affectant le plus directement la santé concerne les facteurs liés au mode de vie individuel (ou habitudes de vie), tels que le tabagisme, la consommation d'alcool, les habitudes alimentaires ou encore l'activité physique. C'est justement cette dernière qui fera l'objet de ce mémoire.

La sédentarité est une notion qui a vu sa popularité grimper au fil des années; études et recherches se sont multipliées sur le sujet de manière accrue au cours de la

dernière décennie. Un bon nombre d'auteurs soulèvent aujourd'hui un besoin de clarification et de mise au point concernant la définition commune que nous lui avons attribuée. En effet, la sédentarité telle que tout le monde l'entend, se définit comme étant le manque de pratique d'activité physique. Or, une palette grandissante d'études démontre que l'on peut être « physiquement actif » ; à savoir pratiquer de l'activité physique à un niveau similaire de celui recommandé, mais néanmoins accumuler de longues périodes en état de sédentarité le reste de sa journée; c'est-à-dire adopter des comportements dont la dépense énergétique avoisine la dépense énergétique de repos. Il a été révélé que ces comportements sédentaires étaient associés à des facteurs de risques de morbidité et de mortalité accrus. Cette perspective met en lumière que les comportements sédentaires, ainsi que l'activité physique, sont deux facteurs qui semblent être indiscutablement indépendants l'un de l'autre : la présence de l'un ne supprime pas et ne compense pas la présence de l'autre. Toutefois, il existe un réel manque d'études longitudinales portant un regard sur l'interaction entre la pratique d'activité physique et la fréquence d'adoption de comportements sédentaires au cours d'une journée. En effet, la quasi-totalité des études concernant le sujet est transversale, nous empêchant de pleinement saisir quelle pourrait être l'influence d'une intervention en entraînement physique à long terme sur les comportements sédentaires.

Outre ses conséquences alarmantes sur le métabolisme humain, la sédentarité est également au cœur des facteurs de risque conduisant un individu à la sarcopénie. Cette dernière correspond à une perte de masse musculaire en dessous de 2 écarts-type de la moyenne d'indice de masse musculaire d'hommes de 35 ans (Baumgartner et al., 1998), équivalent à un indice de masse musculaire total égal ou inférieur à 18,04 kg/m² pour notre population locale (indice de masse musculaire se situant à 2 écarts-type de la moyenne d'indices de masse musculaire calculés chez 10 hommes de 35 ans dont la masse musculaire a été mesurée dans notre laboratoire) , ou à un indice de masse musculaire appendiculaire inférieur à 10,75 kg/m² (Janssen, Baumgartner, Ross, Rosenberg, & Roubenoff, 2004). Elle constitue un facteur

exposant les individus à des risques de chutes, d'incapacités physiques et de mortalité plus élevés (Janssen, 2006; Janssen et al., 2004; Metter, Talbot, Schrager, & Conwit, 2002). Il est donc très aisé de comprendre que l'enjeu de la sédentarité est doublement crucial chez les personnes plus âgées.

Le présent mémoire porte un regard sur l'interaction existant entre l'entraînement, la sarcopénie, les comportements sédentaires et la dépense énergétique d'activités physiques. Pour ce faire, il est sectionné en six parties. Dans un premier temps, nous abordons plus en détail les concepts d'activité physique ainsi que d'exercice et d'entraînement; puis nous effectuons également une recension des écrits concernant la sédentarité, la sarcopénie et la dépense énergétique d'activités physiques. Dans un deuxième temps, nous expliquons notre problématique et précisons notre question de recherche, afin d'établir nos objectifs et d'énoncer nos hypothèses de travail. Puis, dans une troisième section, nous exposons la méthodologie choisie pour répondre à la question de ce mémoire. Plus tard, nous présentons nos données ainsi que les principaux résultats trouvés que nous discutons par la suite dans une cinquième partie, tout en débattant des forces et faiblesses de notre étude et des perspectives futures de recherche. Enfin, nous concluons sur le travail effectué et sur sa contribution scientifique.

Chapitre 1

RECENSION DES ÉCRITS

Dans le chapitre suivant, une prospection approfondie de la littérature est effectuée. Nous y détaillons ce que sont l'activité physique, l'exercice et l'entraînement ainsi que leurs effets prouvés sur la santé; nous distinguons également l'inactivité physique de la sédentarité et soulevons la problématique des comportements sédentaires sous l'angle d'un facteur de risque ayant ses propres déterminants et mécanismes physiologiques distincts. De même, nous évoquons la sarcopénie et ses conséquences sur la santé, ainsi que la dépense énergétique d'activités physiques jouant un rôle important dans le métabolisme énergétique. Le lien entre les différentes thématiques est toujours établi selon les études qui ont pu les abordées de façon concomitante.

1.1 ACTIVITÉ PHYSIQUE ET ENTRAÎNEMENT

1.1.1 Quelques définitions

Bien que cette définition soit un peu simpliste pour certains, une activité physique est définie comme tout mouvement corporel produit par des muscles squelettiques entraînant une augmentation de la dépense énergétique au-dessus de celle de repos (Caspersen, Powell, & Christenson, 1985). L'énergie requise pour accomplir une activité peut être mesurée en kilojoules (kJ), en METs (*metabolic equivalents*) ou encore, en kilocalories (kcal), avec la relation $1 \text{ kcal} = 4,184 \text{ kJ}$ et $1 \text{ METS} = 1 \text{ kcal/kg de poids/h}$ (Ainsworth et al., 1993). La dépense calorique associée à l'activité physique est déterminée majoritairement par la production de

mouvements corporels; plus précisément par l'intensité, la durée, la répétitivité, ainsi que de la fréquence des contractions musculaires qui y sont associées. Notons que l'être humain accomplit au quotidien des activités physiques dans le but de vivre (comme par exemple : faire la vaisselle, prendre sa douche, marcher pour se rendre à son lieu de travail, etc.) ; cependant, le niveau, la durée ainsi que l'intensité sont sujets aux choix personnels de chacun et peuvent varier considérablement d'un individu à un autre, voir chez un même individu au cours du temps (Caspersen et al., 1985).

L'exercice est une sous-catégorie de l'activité physique. Mais la seule différence réside dans le fait que l'exercice est une activité physique qui est programmée, structurée, répétitive et dont le but est l'amélioration ou le maintien de la condition physique (Caspersen et al., 1985). L'entraînement, quant à lui, représente l'ensemble des séances d'exercice répétées et structurées dans le temps. Ces mêmes auteurs ont suggéré une équation simple qui décrit la relation existant entre l'exercice et l'activité physique :

$$Dc AP = Dc EX + DC ACT autres$$

où $Dc AP$ est la dépense calorique de l'ensemble des activités physiques, $Dc EX$ la dépense calorique liée à l'exercice programmé et $Dc ACT autres$ la dépense calorique de toutes les autres activités qui ne sont pas programmées et structurées telles que l'exercice. C'est justement l'évolution de ces « autres activités physiques » que nous tenons à observer lorsqu'un individu est soumis à une séance d'exercice et à un entraînement physique.

1.1.2 Entraînement, activité physique et santé

Nombreuses sont les preuves incontestables des bienfaits de l'activité physique sur la santé quand elle est pratiquée sur une base régulière. Ces preuves abondantes nous sont présentées dans la littérature de manière claire, rigoureuse et

soutenue. L'activité physique et l'entraînement physique ont divers impacts influençant positivement différents paramètres de la santé et réduisant certains facteurs de risques, ainsi que la prévalence de certaines maladies chroniques.

Effectivement, l'entraînement physique améliore les adaptations cardiorespiratoires, la composition corporelle, la condition physique, la force ainsi que la consommation maximale d'oxygène, facteur déterminant prédisant le risque d'incapacités physiques et de dépendance chez les personnes plus âgées (Abe, Kearns, & Sato, 2006; Castaneda et al., 2002; Chrysohoou et al., 2013; Church, Earnest, Skinner, & Blair, 2007; Giada et al., 1998; Gormley et al., 2008; Helgerud et al., 2007; Karabulut, Abe, Sato, & Bembem, 2010). D'ailleurs, il diminuerait également le risque d'incapacités physiques engendrant des limitations fonctionnelles et de dépendance (Paterson & Warburton, 2010). L'entraînement peut également jouer un rôle important dans la gestion et le contrôle du poids corporel (Jakicic et al., 2001; Pi-Sunyer et al., 2007). Des résultats s'accordent sur le fait que l'exercice physique peut aider à la préservation de la masse et de la densité osseuse (Bielemann, Martinez-Mesa, & Gigante, 2013; Garber et al., 2011) ; voire même aider à prévenir et à diminuer les risques de chutes chez les plus âgés (Garber et al., 2011; Harmer & Li, 2008; Liu-Ambrose et al., 2004).

Par ailleurs, la pratique d'activité physique sur une base régulière et soutenue semble retarder la mortalité chez la population de manière générale (Ford, Bergmann, Boeing, Li, & Capewell, 2012; Inoue et al., 2008; Lollgen, Bockenhoff, & Knapp, 2009). Chez des individus physiquement inactifs décidant de s'entraîner à un seuil avoisinant les recommandations en terme d'activités physiques pour la prévention de maladies chroniques, on observe une diminution du risque d'accidents vasculaires cérébraux, de diabète de type 2 (A. Albright et al., 2000; Burchfiel et al., 1995; Garber et al., 2011; Hu, Leitzmann, et al., 2001; Inoue et al., 2008; Manson et al., 1991), une amélioration du contrôle glycémique et du métabolisme du glucose chez des personnes diabétiques (Castaneda et al., 2002; Nygaard, Tomten, & Hostmark,

2009; Sigal et al., 2007) ainsi qu'une amélioration de la sensibilité à l'insuline (Brooks et al., 2007). D'ailleurs, l'activité physique constitue un des trois piliers du traitement du diabète de type 2 dont la prévalence ne fait qu'augmenter au fil des années.

En outre, l'entraînement permet une réduction des risques et de la prévalence du développement du cancer du sein, de l'endomètre et du côlon (Friedenreich et al., 2006; Friedenreich & Orenstein, 2002; Lahmann et al., 2007; Moore, Gierach, Schatzkin, & Matthews, 2010; Steindorf et al., 2013). L'activité physique permet également la prévention et le traitement des maladies cardiovasculaires et de l'athérosclérose, tout en favorisant la réhabilitation de patients en étant atteints (Garber et al., 2011; Keller & Trevino, 2001; Kesaniemi et al., 2001; Manson et al., 2002; Swain & Franklin, 2006; P. D. Thompson et al., 2003; Warburton et al., 2005; Wisloff et al., 2007). De même, l'entraînement permet de réduire la tension artérielle, ainsi que les conséquences cardiaques y étant associées chez des individus hypertendus ou présentant une tension artérielle élevée au repos (Cononie et al., 1991; Department of Health and Human Services, 2009; Guimaraes et al., 2010; Rossoni et al., 2011; Thornton, Sykes, & Tang, 2004). Des études ont aussi démontré une amélioration du profil lipoprotéique d'individus adoptant un mode de vie plus actif (Boudou, de Kerviler, Erlich, Vexiau, & Gautier, 2001; Durstine, Grandjean, Cox, & Thompson, 2002; Durstine et al., 2001; Laaksonen et al., 2000; Musa, Adeniran, Dikko, & Sayers, 2009), ainsi qu'une amélioration du profil inflammatoire (Brooks et al., 2007; Mora, Cook, Buring, Ridker, & Lee, 2007; Ordonez et al., 2012).

Certaines études ont démontré un effet positif de l'exercice et de l'entraînement sur la prévention et l'amélioration des troubles dépressifs et anxieux (Bibeau, Moore, Mitchell, Vargas-Tonsing, & Bartholomew, 2010; Cooney et al., 2013; Haskell et al., 2007; Martinsen, 2008; Rethorst, Wipfli, & Landers, 2009; Strohle, 2009; Wipfli, Landers, Nagoshi, & Ringenbach, 2011). De même, des

auteurs ont mis en évidence que l'activité physique permet un maintien, voire une amélioration des fonctions cognitives (Kramer & Erickson, 2007; Ruscheweyh et al., 2011; Smith et al., 2010), retarde et diminue l'incidence d'apparition du risque de déclin cognitif, de démence et de maladies neurodégénératives (Larson et al., 2006; Weuve et al., 2004; Yaffe et al., 2009). L'exercice et l'activité physique améliorent la qualité de vie (Chrysohoou et al., 2013; Conn, Hafdahl, & Brown, 2009; Gillison, Skevington, Sato, Standage, & Evangelidou, 2009; Rejeski & Mihalko, 2001), augmentent la sensation de bien-être (Bartholomew, Morrison, & Ciccolo, 2005; Knapen et al., 2009; Stark, Schony, & Kopp, 2012; Yau, 2008), ainsi que la sensation d'être « énergisé » (O'Connor & Puetz, 2005; Puetz, 2006).

C'est dans cette lignée que plusieurs associations, organisations et pays s'accordent et travaillent rigoureusement à l'édition de directives quant aux recommandations visant la pratique d'activité physique sur une base régulière, comme c'est le cas de la Société canadienne de physiologie de l'exercice, de l'*American College of Sport Medicine* ou encore de la *World Health Organization* (Nelson et al., 2007b; SCPE, 2012; WHO, 2010). L'accent de ses recommandations, pour la population adulte, s'est toujours portée sur l'augmentation de la pratique d'activité physique (Hu, Li, Colditz, Willett, & Manson, 2003). Il vise à prescrire un seuil minimal hebdomadaire d'activités physiques à intensité modérée pendant 150 minutes (à raison de 5 séances de 30 minutes), ou d'intensité élevée pendant 60 minutes (à raison de 3 séances de 20 minutes) (Nelson et al., 2007a; SCPE, 2012). L'entraînement et l'activité physique sont des éléments clés dans l'hygiène de vie d'un individu voulant préserver et maintenir sa santé; cela est plus que bien établi dans la conscience des politiques et des populations, bien que le manque de pratique concrète soit une toute autre problématique de santé publique.

1.1.3 Inactivité physique en tant que facteur de risque : déterminants et conséquences

L'inactivité physique est définie comme étant le manque ou l'absence de pratique régulière d'activité physique à intensité modérée ou élevée (Sedentary Behaviour Research, 2012). Elle concerne tous les individus (qualifiés d'« inactifs ») qui ne rencontrent pas l'atteinte minimale des recommandations en matière d'activités physiques à intensité modérée ou élevée.

Ses déterminants sont multiples, mais il a été observé que le vieillissement, l'obésité, le faible niveau d'éducation, le veuvage, le divorce ainsi que le tabagisme étaient associés à l'inactivité physique (Varo et al., 2003; Willey, Paik, Sacco, Elkind, & Boden-Albala, 2010). Une précédente analyse avait déjà attesté que l'inactivité physique était plus fréquente parmi les personnes âgées, les femmes, les personnes d'origine hispanique et afro-américaine, ainsi que les personnes vivant en milieux urbains et défavorisés (CDC, 1996). Plus récemment, certains auteurs ont relevé que l'âge, l'anxiété et la dépression, la surcharge pondérale ainsi qu'une faible qualité de vie étaient des prédicteurs d'inactivité physique chez des personnes précédemment actives (Panagiotakos et al., 2008).

Selon un sondage mené par l'Institut Canadien de la recherche sur la condition physique et le mode de vie entre 2007 et 2008, 48 % de la population des 20 ans et plus était active. Ceci implique que plus de la moitié des canadiens de cette tranche d'âge était déjà inactive (ICRCP, 2010). De même, aux États-Unis, entre 2001 et 2003, plus de la moitié de la population était inactive selon la définition mentionnée précédemment (CDC, 2005); proportion vers laquelle tendent beaucoup de pays occidentaux.

L'inactivité physique représente un réel risque latent pour la santé des individus (McPhail & Schippers, 2012). Elle est également corrélée à un risque accru de développer des maladies affectant le métabolisme du glucose ou encore celui de

l'insuline (Friedrichsen et al., 2012; Helmrigh, Ragland, Leung, & Paffenbarger, 1991). Selon des estimations, une perte prématurée de 21 000 vies serait directement liée à l'inactivité physique et le coût des soins de santé directement associé à cette dernière a été estimé à 2,1 milliards de dollars, ce qui représentait 2,5 % des dépenses totales en matière de soins de santé au Canada en 1999 (P. T. Katzmarzyk, Gledhill, & Shephard, 2000). Une réduction de 10 % de la prévalence de l'inactivité physique pourrait réduire de 150 millions de dollars les dépenses directes de soins de santé par année (P. T. Katzmarzyk et al., 2000).

Certes, le bilan de l'inactivité physique peut sembler lourd, mais il est à souligner que beaucoup de facteurs de risque affectant la santé qui y sont reliés peuvent être évités, contrôlés ou grandement diminués avec l'entraînement physique (Helmrigh et al., 1991; Kesaniemi et al., 2001; Lee et al., 2012). L'inactivité physique a souvent fait l'objet de débats et pendant longtemps, elle a été source de confusion entre la réalité de ne pas atteindre les recommandations et le fait d'être « sédentaire ». Dans le présent document, ces deux notions sont considérées comme distinctes, bien qu'il soit important de ne pas perdre de vue que certains auteurs peuvent parler de l'une (l'inactivité physique) comme étant l'autre (la sédentarité ou les comportements sédentaires).

1.2 COMPORTEMENTS SÉDENTAIRES – SÉDENTARITÉ

1.2.1 Définition des concepts

Bon nombre d'études récentes soulèvent la problématique de la sédentarité comme bien distincte et différente de celle de l'inactivité physique — telle que définie plus haut (Pate, O'Neill, & Lobelo, 2008); conduisant ainsi à deux dimensions et à deux paradigmes comportementaux différents (Biddle, 2007; de Vilhena e Santos, Katzmarzyk, Seabra, & Maia, 2012; INSERM, 2008; Owen, Leslie,

Salmon, & Fotheringham, 2000). Ainsi, être trop souvent assis est bien différent de faire très peu d'exercice (Hamilton, Healy, Dunstan, Zderic, & Owen, 2008). De ces études s'est imposé le besoin de reconsidérer le concept de la sédentarité sous un regard nouveau ou plutôt, rectifié. Tiré du latin *sedere*, sédentarité signifie littéralement « s'asseoir ». Ce retour étymologique du mot nous montre que ce terme a souvent été utilisé à tort. L'indépendance de la relation entre de faibles niveaux de dépense énergétique et certaines conséquences négatives pour la santé avait déjà fait l'objet de recherches dans les années 50 chez des travailleurs assis comparativement à ceux qui étaient « actifs » sur leur lieu de travail (Morris, Heady, Raffle, Roberts, & Parks, 1953). Elle avait cependant été délaissée par la suite. Ce n'est qu'au cours de cette dernière décennie que l'on a pu constater un regain d'intérêt considérable pour la sédentarité (Brown, Bauman, & Owen, 2009). Aujourd'hui, il est indéniable que les comportements sédentaires (terme proposé et utilisé afin d'éviter toute confusion) sont une réelle problématique de santé qui mérite une attention toute particulière.

Le réseau de recherche *Sedentary Behavior Research Network* a récemment appuyé dans une lettre à l'éditeur (2012), la standardisation de l'usage des termes « sédentarité » et « comportements sédentaires ». En effet, Pate et son équipe, pionniers dans le domaine, ont défini un comportement sédentaire comme étant tout comportement en état d'éveil adopté en position assise ou couchée, caractérisé par une dépense énergétique inférieure ou égale à 1,5 METs ou 1,5 kcal/kg/h (Pate et al., 2008). Cela peut correspondre à être assis sur une chaise, jouer à l'ordinateur, regarder la télévision, ou à toute autre forme de divertissement passé devant un écran (Owen et al., 2000; Owen, Sparling, Healy, Dunstan, & Matthews, 2010; Sedentary Behaviour Research, 2012). La détermination d'une durée quotidienne normale de sédentarité n'a pas encore été élucidée et aucune étude ne brosse un portrait de quelle durée de sédentarité pourrait être acceptable pour un individu adulte quelconque. Cependant, des études recommandent de ne pas passer plus de 2h assis quotidiennement à regarder la télévision car des risques pour la santé ont été détectés à partir de cette durée (Healy, Dunstan, Salmon, Shaw, et al., 2008).

1.2.2 Comportements sédentaires : prévalence et déterminants

Le changement du mode de vie et de la culture, ainsi que le développement spectaculaire des technologies dans les sociétés occidentalisées ont grandement contribué à l'importante prévalence de longues durées passées à être assis. Ainsi, aux Pays-Bas, la proportion du temps passé à adopter des comportements sédentaires en état d'éveil a grimpé de 26 % en 1975 à 43 % par jour en 2005. D'après les auteurs, les activités impliquant un écran y ont joué un rôle prédominant, faisant en sorte que la plupart des comportements sédentaires adoptés en dehors du travail ont lieu pendant les loisirs (van der Ploeg et al., 2013). Selon de récentes données épidémiologiques, un individu peut passer en moyenne plus de la moitié de son temps en état d'éveil (54,9 %) à adopter des comportements sédentaires, équivalant à une durée de plus de 7,7 heures par jour. Chez les 60 ans et plus, cette proportion des comportements sédentaires atteint les 60 % (van der Ploeg et al., 2013). Ceci équivaut à une durée de plus de 8,4 heures par jour! Parmi les facteurs influençant les comportements sédentaires, on retrouve l'âge, l'éducation, l'emploi, le genre, l'indice de masse corporelle, les revenus, le tabagisme, la pratique activité physique, la qualité de vie ainsi que l'état psychologique de l'individu (Pinto Pereira, Ki, & Power, 2012; Rhodes, Mark, & Temmel, 2012).

Comprendre et connaître de manière précise les enjeux et les problématiques qui sont rattachés aux comportements sédentaires, ainsi que des moyens d'y remédier, n'a certainement jamais été aussi pressant qu'aujourd'hui. Bien que l'association entre le temps passé en position assise dans le cadre du travail et certains facteurs de risque pour la santé ne semble pas être clairement établie (van Uffelen et al., 2010), il n'en reste pas moins que le temps passé en état de sédentarité au cours d'une journée est plus que considérable et représente un réel risque pour la santé d'un individu (Hamilton et al., 2008; Owen, Healy, Matthews, & Dunstan, 2010; Owen, Sparling, et al., 2010; Thorp, Owen, Neuhaus, & Dunstan, 2011). Cependant, il reste important de préciser qu'il existe une grande variété de comportements sédentaires qu'il faut

nuancer. Ainsi, pour une personne âgée ou même plus jeune, être assis à regarder la télévision n'est en rien comparable, socialement et cognitivement parlant, à être assis à socialiser avec autrui ou à effectuer un travail intellectuel. Cette illustration montre à quel point le concept de comportements sédentaires peut être d'une complexité inattendue, qui ne peut se limiter à l'unique notion de dépense énergétique faible.

1.2.3 Comportements sédentaires en tant que facteur de risque

Une récente publication a mis en lumière que la sédentarité était un facteur de risque indépendant de la diminution de la qualité de vie chez les personnes âgées de 62 ans et plus (Balboa-Castillo, Leon-Munoz, Graciani, Rodriguez-Artalejo, & Guallar-Castillon, 2011). Plusieurs équipes de recherche ont observé que le temps passé en état de sédentarité était significativement corrélé à un risque de surcharge pondérale et d'obésité chez des populations jeunes comme plus vieilles (Blanck et al., 2007; Fitzgerald, Kriska, Pereira, & de Courten, 1997; Fung et al., 2000; Gomez-Cabello et al., 2012; Hu, 2003; Hu et al., 2003; Jakes et al., 2003; Martinez-Gonzalez, Martinez, Hu, Gibney, & Kearney, 1999; Salmon, Bauman, Crawford, Timperio, & Owen, 2000; Sugiyama, Healy, Dunstan, Salmon, & Owen, 2008).

Des analyses ont également confirmé que le temps passé à regarder la télévision (considéré et utilisé comme un indice du temps passé en état de sédentarité) était associé à différents biomarqueurs de risques cardiométaboliques en lien avec l'obésité et le risque de maladies cardiovasculaires (Fung et al., 2000; Jakes et al., 2003). Kronenberg et son équipe (2000) ont noté, quant à eux, une association délétère entre le temps passé devant la télévision et des mesures anthropométriques hors norme, ainsi que la présence de biomarqueurs associés à l'obésité, tels que des taux de HDL-cholestérol plus faible et de triglycérides plus élevé. Ils en concluent que la réduction du temps de sédentarité pourrait être un premier pas effectif vers la diminution des facteurs de risque d'athérosclérose, surtout en ce qui concerne celui du surpoids (Kronenberg et al., 2000).

Pour surenchérir paraissent trois études qui soulèvent que le temps passé à regarder la télévision est indépendamment associé à une adiposité et à un risque cardiométabolique plus élevés (Ekelund et al., 2006; Stamatakis, Hamer, & Mishra, 2012; Thorp et al., 2010). D'autres chercheurs vont dans le même sens en relevant une association délétère entre le temps passé devant la télévision et le tour de taille ainsi que des risques métaboliques (Healy, Dunstan, Salmon, Shaw, et al., 2008; Healy, Wijndaele, et al., 2008; Wijndaele et al., 2010). En outre, une association significative a été retrouvée entre l'adoption de comportements sédentaires de façon prolongée et une plus grande prévalence du syndrome métabolique (Chang et al., 2008; Dunstan et al., 2005; Gardiner et al., 2011; Wagner et al., 2012; Wijndaele et al., 2009). Comme en témoigne une récente méta-analyse, des longues périodes passées en état de sédentarité ont augmenté de 73 % le risque d'être porteur du syndrome métabolique (Edwardson et al., 2012). Une étude prospective a également mis en évidence que le temps passé à regarder la télévision pendant le début de l'âge adulte est associé à une détérioration du profil métabolique vers le milieu de l'âge adulte (Stamatakis et al., 2012).

Par ailleurs, plusieurs auteurs ont prouvé que le temps passé devant la télévision augmente le risque d'altération du métabolisme du glucose et de l'insuline (Dunstan et al., 2004; Ford et al., 2010), le risque de développer une résistance à l'insuline (Helmerhorst, Wijndaele, Brage, Wareham, & Ekelund, 2009; Yates et al., 2012) et de développer un diabète de type 2 (Hu, 2003; Hu, Manson, et al., 2001; Krishnan, Rosenberg, & Palmer, 2009; Proper, Singh, van Mechelen, & Chinapaw, 2011). À l'aide de récentes études, il a été établi que le temps passé en état de sédentarité est un facteur de risque de rigidité artérielle et du développement de maladies cardiovasculaires (Dunstan, Thorp, & Healy, 2011; Kim & Han, 2012; Pinto Pereira et al., 2012; van de Laar et al., 2013; Wijndaele et al., 2010).

Des chercheurs ont trouvé une corrélation néfaste entre les comportements sédentaires et le risque de développer des troubles mentaux (Sanchez-Villegas et al., 2008). D'autres ont décrit un risque plus élevé de développer un certain type de cancers, tels que celui de l'endomètre et des ovaires, en lien avec des temps prolongés à adopter des comportements sédentaires (Friberg, Mantzoros, & Wolk, 2006; Gierach et al., 2009; Lynch, 2010; Moore et al., 2010; Patel, Rodriguez, Pavluck, Thun, & Calle, 2006). Yates et ses collègues soulèvent, quant à eux, une association positive entre le temps passé à être assis et la présence de biomarqueurs reliés à l'inflammation chronique (Yates et al., 2012). De plus, une corrélation significative entre le temps passé à regarder la télévision et une possible réduction de l'espérance de vie (de l'ordre de 22 minutes de vie par tranche d'une heure passée devant la télévision) a été découverte récemment (Veerman et al., 2012). Enfin, une association positive entre une prévalence élevée de comportements sédentaires et la mortalité a été détectée dans plusieurs analyses (Dunstan et al., 2010; Ford et al., 2012; Grontved & Hu, 2011; P. T. Katzmarzyk, Church, Craig, & Bouchard, 2009; Koster et al., 2012; Matthews et al., 2012; Proper et al., 2011; Thorp et al., 2011; Wijndaele et al., 2011; Wilmot et al., 2012). Malheureusement, cette liste est bien loin d'être exhaustive et de nouvelles preuves, de plus en plus nombreuses, s'accumulent au fil du temps. Ce tableau dépeint est très alarmant et force la réflexion quant à la problématique de la sédentarité.

Il est vrai que les comportements sédentaires et l'inactivité physique semblent avoir des conséquences similaires sur la santé. Cependant, tel que démontré par la littérature, ce sont bien deux facteurs de risque distincts et indépendants qui pourraient donc exister de manière concomitante chez un même individu. Pourtant, nous avons précédemment fait la mention que plusieurs facteurs de risque pouvaient être réduits voire prévenus par la pratique d'activité physique. Pour mieux comprendre cette dynamique, un éclaircissement sur la nature de la relation entre les comportements sédentaires et l'activité physique semble nécessaire.

1.2.4 Comportements sédentaires et activité physique

L'Association pour la Prise en charge de l'Obésité en Pédiatrie en France affirme que « *chez l'enfant normo-pondéral et l'adolescent obèse, l'augmentation de la sédentarité entraîne une diminution importante de l'activité physique, mais la diminution de la sédentarité n'engendre qu'une légère augmentation de l'activité physique* » (APOP, 2008). Ceci appuie que la croyance d'une relation proportionnelle et inverse entre sédentarité et activité physique n'est pas fondée. Hamilton et son équipe soutiennent qu'un paradigme lié à cette problématique est à briser : les processus cellulaires et moléculaires impliqués dans les réponses physiologiques lors de l'état de sédentarité sont qualitativement distincts et différents des réponses physiologiques à l'exercice (Hamilton, Hamilton, & Zderic, 2007).

Quelques études conduites sur les comportements sédentaires tirent la conclusion que l'atteinte du seuil minimal recommandé d'activité physique n'écarterait pas certains facteurs de risque pour un individu ayant des comportements sédentaires fréquents et prolongés (Hu et al., 2003). De même, plusieurs auteurs ont mis en évidence que des individus passant beaucoup de temps à adopter des comportements sédentaires présentaient un risque accru de morbidité et de mortalité, et ce, indépendamment du niveau de pratique d'activité physique à intensité modérée ou élevée (Dunstan et al., 2010; Grontved & Hu, 2011; P. T. Katzmarzyk et al., 2009; Thorp et al., 2011; Wijndaele et al., 2011). Matthews et ses collaborateurs affirment que le temps passé à adopter des comportements sédentaires est positivement associé à la mortalité et que la pratique d'activité physique à intensité modérée ou élevée ne semble pas complètement atténuer les risques pour la santé qui y sont rattachés (Matthews et al., 2012).

L'activité physique et les comportements sédentaires (caractérisés par une dépense énergétique inférieure ou égale à 1,5 METs soit 1,5 kcal/kg de poids/h, passés en position assise ou couchée) sont bien deux classes de comportements qui doivent être considérées distinctement à cause de leurs patrons caractéristiques bien

différents (Owen et al., 2000; Salmon, Owen, Crawford, Bauman, & Sallis, 2003; Westerterp & Plasqui, 2004). L'activité physique n'est malheureusement pas l'inverse de la sédentarité ; il faudrait donc que cette problématique, ainsi que ses risques, soient adressés de manière distincte (Yates et al., 2011). De plus, seule une faible corrélation a été trouvée entre les comportements sédentaires et l'activité physique à intensité modérée ou élevée (Biddle, Gorely, Marshall, Murdey, & Cameron, 2004; Ekelund, Brage, Griffin, & Wareham, 2009) ; suggérant ainsi qu'un individu pratiquant des activités physiques de manière importante peut aussi cumuler de longues périodes de temps passées en état de sédentarité durant le reste de sa journée (Healy, Dunstan, Salmon, Shaw, et al., 2008; P. T. Katzmarzyk et al., 2009; Owen, Healy, et al., 2010; M. S. Tremblay, Colley, Saunders, Healy, & Owen, 2010; Wong & Leatherdale, 2009).

Plus précisément, une étude s'est penchée sur la relation entre le temps passé devant la télévision et le risque métabolique chez des hommes et des femmes rapportant faire au moins 150 minutes d'activité physique à intensité modérée ou élevée par semaine (niveau correspondant aux recommandations en terme de pratique d'activité physique). Une correction fut apportée pour les facteurs confondants tels que l'âge, l'éducation, les revenus, le tabagisme, la qualité du régime alimentaire, la consommation d'alcool, l'historique familial de diabète, le temps total d'activité physique, le statut ménopausique et le suivi thérapeutique d'une hormonothérapie substitutive. Dans cette cohorte de plus de 4060 sujets, des associations dose-réponse délétères ont été trouvées entre le temps passé à regarder la télévision et la circonférence de taille, la pression artérielle systolique et la glycémie postprandiale à 2 h chez les hommes et les femmes. De même, chez les femmes, une association a également été trouvée entre le temps passé à regarder la télévision et la glycémie à jeun, les triglycérides et le HDL-cholestérol (Healy, Dunstan, Salmon, Shaw, et al., 2008). Le temps passé à adopter des comportements sédentaires serait associé à des risques pour la santé qui pourraient donc être indépendants des contributions bénéfiques de l'activité physique (van Uffelen et al., 2010). On remarque également

que chez des femmes en santé de 40 à 75 ans, la pratique d'exercice n'est pas corrélée au temps quotidien passé à être assise; ceci souligne que les femmes rencontrant les niveaux d'activité physique recommandés ne s'assoient pas moins que celles qui ne les rencontrent pas (Craft et al., 2012).

Deux notions essentielles sont à retenir de ces études : la première consiste à solidement considérer que les comportements sédentaires sont à part entière un facteur de risque pour la santé, indépendant du niveau d'activité physique, même à intensité élevée (Dunstan et al., 2005; Healy, Dunstan, Salmon, Shaw, et al., 2008; Healy, Wijndaele, et al., 2008; Jakes et al., 2003; Owen et al., 2000; Wijndaele et al., 2009). La deuxième appuie que les personnes adoptant des comportements sédentaires et atteignant le niveau minimal d'activité physique recommandé ne sont pas épargnées des risques pour leur santé contrairement à ce que l'on pensait. Augmenter le niveau d'activité physique seul ne suffirait donc « plus » à écarter certains facteurs de risque comme supposé jadis (Dunstan et al., 2011; Healy et al., 2007; Matthews et al., 2012). Ces auteurs soutiennent qu'une intervention bien distincte touchant les comportements sédentaires du reste de la journée est désormais nécessaire (Bertrais et al., 2005; Hamilton et al., 2008; Healy et al., 2007; Hu et al., 2003). D'ailleurs, plusieurs chercheurs ont à cet effet tenté d'identifier les déterminants des comportements sédentaires et ont expérimenté des interventions pour essayer d'enrayer cette nouvelle problématique de santé publique (Dunstan, Kingwell, et al., 2012; Hamilton et al., 2008; Healy, Dunstan, Salmon, Cerin, et al., 2008; Owen, 2012; Owen et al., 2000; Owen et al., 2011).

La découverte de ces éléments nuance le message qui fut habituellement transmis. En effet, la pratique d'activité physique et les comportements sédentaires ne sont malheureusement pas des variables à vase communicant. L'augmentation de l'une n'engendre pas la diminution systématique de l'autre et par le fait même, ces conséquences néfastes sur la santé. Il est donc primordial que les comportements

sédentaires soient pris en compte comme une problématique indépendante du manque de pratique d'activités physiques, ayant ses propres déterminants et ses propres mécanismes physiologiques qu'il importe de mieux cerner pour une meilleure adéquation d'intervention.

1.2.5 Sédentarité : pistes de mécanismes et de voies métaboliques

Les voies métaboliques impliquées lors de l'état de sédentarité semblent être très particulières et la régulation de plusieurs processus métaboliques semble être touchée. En effet, il a été constaté que le métabolisme des lipides est détérioré en état de sédentarité chez des rats. 90 à 95 % de l'activité de l'*Heparin-Releasable Lipoprotein Lipase* (HP-LPL) dans le muscle est perdue en état de sédentarité (Bey & Hamilton, 2003). Cette enzyme, lorsque présente dans l'endothélium vasculaire, se lie à des lipoprotéines circulantes telles que les chylomicrons et les VLDL (*Very Low Density Lipoprotein*) et hydrolyse les triglycérides contenus dans ces dernières. Elle est également impliquée dans la régulation du HDL-cholestérol (en agissant sur une enzyme responsable de la maturation du pré-HDL) et d'autres facteurs mis en cause dans certains risques métaboliques (Hamilton et al., 2007). Il a été précisé que son activité est inversement corrélée au risque de maladies cardiovasculaires (Hamilton, Hamilton, & Zderic, 2004). L'activité de la lipoprotéine lipase serait dépendante de l'activité contractile locale du muscle squelettique, affirment les auteurs ; appuyant même que l'activité de la LPL dans le muscle squelettique est remarquablement sensible à l'activité et au manque de contractions musculaires (Bey & Hamilton, 2003; Hamilton et al., 2004). Expérimentalement, la réduction du temps en station debout et du temps alloué aux activités ambulatoires a un effet beaucoup plus important sur la régulation de l'activité de la LPL que l'augmentation du temps d'entraînement physique à intensité élevée (Hamilton et al., 2007). Les auteurs ont par ailleurs observé que 95 % des différences notées dans l'activité de la LPL dans différents types de fibres musculaires dépendent des activités ambulatoires (activités normales non interrompues par un traitement). Une diminution locale de la captation

musculaire des triglycérides et de la concentration en HDL-cholestérol ont aussi été remarquées. Pour finir, les auteurs ont mis en évidence qu'une simple marche lente sur tapis roulant pendant 30 minutes toute les heures pendant 4 heures, suffisait à rétablir l'activité normale de la LPL après une période de 11 jours en état de sédentarité (Bey & Hamilton, 2003). D'autres preuves ont soutenu ces premières trouvailles : l'état de sédentarité amplifierait la capacité des lipides plasmatiques à supprimer l'activité de la LPL dans le muscle; découverte faite après que les chercheurs aient observé une différence de près de 90 % de l'activité de l'HP-LPL chez des rats en état de sédentarité (Zderic & Hamilton, 2006).

Différentes études suggèrent que lors de périodes prolongées en position assise, le manque de contractions musculaires peut engendrer une réduction de la clairance des triglycérides, de la clairance d'une charge orale de glucose et une diminution de la sécrétion d'insuline postprandiale (Hamburg et al., 2007; Hamilton et al., 2007). Yanagibori et coll. ont détecté une diminution du HDL-cholestérol et une augmentation des VLDL-triglycérides après une période de repos strict de 20 jours chez des sujets jeunes. Ils concluent que le système de transport du cholestérol est affecté après une période en état de sédentarité totale (Yanagibori et al., 1998). Un repos strict de 10 jours a confirmé que l'état de sédentarité a des effets délétères sur le métabolisme du tissu adipeux, engendrant une diminution de la lipolyse et une augmentation du stockage du glucose dans les tissus adipeux fémoral et abdominal (Hojbjerre et al., 2010).

En 1996, Ferrando et ses collaborateurs révèlent que le métabolisme des protéines est altéré en état de sédentarité totale par une étude conduite auprès de 6 hommes de 30 ans. Le but de l'étude était de voir quel serait l'effet de la sédentarité, traduite par un repos strict sur un lit pendant 15 jours, sur le métabolisme. Leurs résultats indiquent que cet état de sédentarité provoque une diminution significative de la synthèse protéique et induit une résistance musculaire à l'effet anabolique de l'absorption des nutriments. Les auteurs ont également distingué une perte de masse

maigre et un gain de masse grasse significatifs, alors que les participants suivaient un régime alimentaire mixte conçu pour le maintien du poids corporel le temps de l'étude. Enfin, les auteurs concluent que la perte protéique en cet état de sédentarité totale est essentiellement due à une diminution de la synthèse protéique musculaire locale et générale (Ferrando, Lane, Stuart, Davis-Street, & Wolfe, 1996).

En outre, plusieurs publications mettent à jour que l'absence d'activité physique imposée par la suspension des membres inférieurs chez des rats, ou par un repos strict chez les humains, pouvait altérer de manière conséquente la captation musculaire de glucose stimulée par insuline, la sensibilité à l'insuline, le métabolisme du glucose et de l'insuline (Krogh-Madsen et al., 2010; Mikines, Richter, Dela, & Galbo, 1991; O'Keefe M, Perez, Kinnick, Tischler, & Henriksen, 2004; Ploug, Ohkuwa, Handberg, Vissing, & Galbo, 1995; Seider, Nicholson, & Booth, 1982; Stuart, Shangraw, Prince, Peters, & Wolfe, 1988). Krogh-Madsen et ses collègues ont exposé qu'une diminution drastique des activités ambulatoires provoque une diminution significative de la sensibilité à l'insuline périphérique, de la consommation maximale d'oxygène à l'effort et de la masse musculaire des jambes d'hommes inactifs (Krogh-Madsen et al., 2010).

Chez 14 jeunes d'environ 26 ans non obèses et en bonne condition physique, une journée passée assise sans changement de l'apport alimentaire réduit de 39 % l'action de l'insuline, comparativement à une journée « active » passée debout sans s'asseoir (Stephens, Granados, Zderic, Hamilton, & Braun, 2011). Bien que la diminution de l'action de l'insuline ait été moins impressionnante pendant une journée assise avec réduction de l'apport alimentaire (correspondant davantage à la dépense énergétique engendrée par cet état), la diminution de l'action de l'insuline n'a pu être prévenue par cette stratégie. En effet, une diminution de 18 % de l'action de l'insuline a été rapportée en comparaison à une journée « active » passée sans s'asseoir (Stephens et al., 2011). Par ailleurs, 3 jours de repos strict ont révélé que les athlètes ont une compensation plus adéquate de la diminution de la sensibilité à

l'insuline induite par la sédentarité comparativement à des individus inactifs (Smorawinski et al., 2000). Cependant, une diminution de l'activité sympathique basale et une atténuation de la réponse sympathique induite normalement par une charge glycémique ont été décelées chez les athlètes et chez les individus inactifs (Smorawinski et al., 2000). Dans une même optique, une étude menée auprès d'athlètes en endurance a fait remarquer qu'après 7 à 10 jours d'inactivité physique (sans aucun exercice physique), la tolérance au glucose est détériorée et le métabolisme de repos diminué de manière significative (Arciero, Smith, & Calles-Escandon, 1998).

En résumé, que ce soit chez des individus inactifs ou chez des athlètes, l'état de sédentarité déclenche des processus cellulaires qui sont délétères pour l'organisme. Bien que leurs effets puissent parfois être atténués par l'entraînement, les comportements sédentaires provoquent une diminution drastique de l'activité de la LPL (négativement corrélée au risque de maladies cardiovasculaires) et détériorent le métabolisme du cholestérol ainsi que celui des lipides. Ils altèrent également le métabolisme protéique, de même que le métabolisme et l'action du glucose et de l'insuline. L'état de sédentarité a également des effets délétères sur la sensibilité à l'insuline et sur la tolérance au glucose, sans compter qu'il affecte négativement le métabolisme du tissu adipeux et du tissu musculaire. Par ailleurs, il induit une diminution de la consommation maximale d'oxygène à l'effort, du métabolisme énergétique au repos et de la masse musculaire. Nous en concluons que la sédentarité provoque des altérations conséquentes à différents niveaux qui sont nocives pour la santé d'un individu et qu'il faut prendre très au sérieux. À la lecture de ses quelques études, on peut facilement s'imaginer que d'autres effets de la sédentarité sont encore à découvrir, tant au niveau cellulaire qu'au niveau épidémiologique. Par ailleurs, l'entraînement physique ne permet pas de complètement prévenir ces effets délétères engendrés par la sédentarité.

1.2.6 Sédentarité et sarcopénie : relation de cause ou de conséquence

Lors d'une rencontre internationale de gériatres et de scientifiques tenue en 2009 à Rome, un consensus s'est dégagé quant à la définition de la sarcopénie. Cette dernière est définie comme étant une perte de masse et de fonction au niveau musculaire, toutes deux associées à l'âge (Fielding et al., 2011). Concrètement, cette déplétion musculaire se situe à 2 écarts-type ou plus en dessous de la moyenne de la masse musculaire de personnes de 35 ans de même sexe (Baumgartner et al., 1998). Selon les auteurs choisis, il se pourrait que les seuils établis ne soient pas les mêmes, d'où l'importance de spécifier quels sont les critères utilisés pour classifier les personnes comme étant sarcopéniques. Tout individu ayant un indice de masse musculaire appendiculaire (correspondant à la somme des masses musculaires des bras et des jambes divisée par la taille au carré) inférieur à 10,75 kg/m² pour les hommes et à 6,75 kg/m² pour les femmes, est considéré comme étant sarcopénique de type 1, où le risque d'incapacités physiques est modéré (Janssen et al., 2004). De même, tout homme ou femme ayant respectivement un indice de masse musculaire appendiculaire inférieur à 8,50 kg/m² ou à 5,75 kg/m², est considéré comme étant sarcopénique de type 2, où le risque d'incapacités physiques est élevé (Janssen et al., 2004).

Les processus de la sarcopénie ne sont pas pleinement connus à ce jour. Cependant, certains mécanismes physiologiques, cellulaires et biomoléculaires ont été décelés ou proposés. Avec le vieillissement, il a été observé que des changements apparaissent au niveau de la physiologie et de la fonction musculaires. On compte parmi ces changements une diminution de la taille et du nombre de fibres musculaires de type II, du temps et de la puissance de contraction, ainsi que du volume sarcoplasmique (Lexell, 1995; Roubenoff & Castaneda, 2001; Volpi, Nazemi, & Fujita, 2004). Au niveau de l'unité contractile du muscle ; la myofibrille, on remarque une désorganisation des sarcomères entre eux, ainsi qu'une migration centrale des noyaux et une réduction de l'excitabilité du sarcolemme (Volpi et al., 2004). Par

ailleurs, on peut constater une augmentation d'infiltrations adipeuses à l'intérieur de la myofibrille et entre les fibres musculaires (Volpi et al., 2004). D'un point de vue neuromusculaire, il est question d'une augmentation de la taille des unités motrices, d'une diminution de la cadence des influx nerveux, d'une diminution du nombre de motoneurons et de la capacité de régénération du tissu nerveux (Lexell, 1995), probablement due à un dysfonctionnement des cellules de Schwann. Il se pourrait également que la diminution du nombre et du recrutement des cellules satellites permettant la régénération musculaire soit une cause potentielle de la réduction de la croissance des muscles que l'on observe avec le vieillissement (Allen & Rankin, 1990; Jozsi, Campbell, Joseph, Davey, & Evans, 1999; McCormick & Thomas, 1992).

Au niveau biochimique et moléculaire, des altérations au niveau de l'ADN (mutations qui peuvent être dues aux dommages oxydatifs) et de la synthèse protéique ayant lieu tous deux dans la mitochondrie ont été observées (Barazzoni, Short, & Nair, 2000; Cortopassi, Shibata, Soong, & Arnheim, 1992; Stump, Short, Bigelow, Schimke, & Nair, 2003). Ceci pourrait avoir comme conséquence une diminution de près de 30 % du VO₂max lors d'un exercice (Volpi et al., 2004).

La sarcopénie est un syndrome complexe qui est associé à une perte de masse musculaire seule ou conjointe à un gain de masse grasse. Les causes de la sarcopénie sont multifactorielles et peuvent inclure une prédisposition génétique, des changements délétères de la fonction endocrine et du profil inflammatoire, certaines maladies chroniques, une résistance à l'insuline, des déficiences nutritionnelles ainsi que l'adoption d'un mode de vie plus sédentaire (Ferrucci et al., 2002; Fielding et al., 2011; Volpi et al., 2004; Welle, Brooks, Delehanty, Needler, & Thornton, 2003). Cette perte de masse musculaire a pour conséquences la diminution de la force, de la capacité aérobie et de la capacité fonctionnelle, ainsi qu'une détérioration du métabolisme du tissu musculaire (Baumgartner et al., 1998; Fielding et al., 2011). La sarcopénie est également associée à une augmentation de la mortalité, des chutes et

du risque d'incapacités physiques (Janssen, 2006; Janssen et al., 2004; Metter et al., 2002). De même, une perte de masse musculaire et des changements du métabolisme musculaire, tels que ceux observés lors de la sarcopénie, pourraient être à l'origine d'une fatigue accrue (Evans & Lambert, 2007). Dans cette optique, il a été relevé que la sarcopénie se caractérise par une baisse de performance à la marche et de l'endurance dues à une perception d'épuisement et de fatigue accrue chez des individus frêles (W. J. Evans et al., 2010). Si la performance à la marche et l'endurance sont amoindries, ceci pourrait impliquer que l'individu soit moins apte à être actif (tolérant moins bien l'effort) et aurait plus tendance à adopter des comportements visant à ne pas s'épuiser, tels qu'être assis ou allongé.

On peut donc bien comprendre que la sédentarité est une cause, mais également pourrait être une conséquence de la sarcopénie, exacerbant ainsi un cercle vicieux qui expose les individus sarcopéniques à des facteurs de risques importants, capables d'hypothéquer sérieusement leur santé. Elle accentue également la diminution du métabolisme énergétique associée au vieillissement.

1.3 DÉPENSE ÉNERGÉTIQUE

1.3.1 Métabolisme énergétique

La dépense énergétique correspond à la quantité d'énergie dépensée par un individu pour assurer son métabolisme de base, le maintien de sa température interne et corporelle, sa croissance et son activité musculaire (Rigaud & Melchior, 1992). Cette dépense énergétique dépend majoritairement des quatre paramètres suivants : l'activité physique, l'âge, le climat (et d'autres facteurs écologiques) ainsi que la composition corporelle (dont la taille, le poids, la masse maigre et la masse grasse) (Ravussin, Lillioja, Anderson, Christin, & Bogardus, 1986; WHO, 1975).

À des fins de mesures, la dépense énergétique totale (DÉT) est répartie en différentes composantes dont la dépense énergétique de repos (DÉR), la dépense énergétique liée à la thermorégulation, la dépense énergétique liée à l'acte alimentaire ou la thermogénèse postprandiale (TPP) ainsi que la dépense énergétique d'activités physiques (DÉAP) (Rigaud & Melchior, 1992). Pour les enfants ou encore pour les adultes en reprise de poids, il y aura une dépense énergétique supplémentaire liée à la croissance. Une dépense énergétique du même ordre sera enregistrée chez la femme lors de la grossesse et de la lactation (Rigaud & Melchior, 1992). La répartition des différentes composantes de la DÉT est illustrée à la Figure 2.

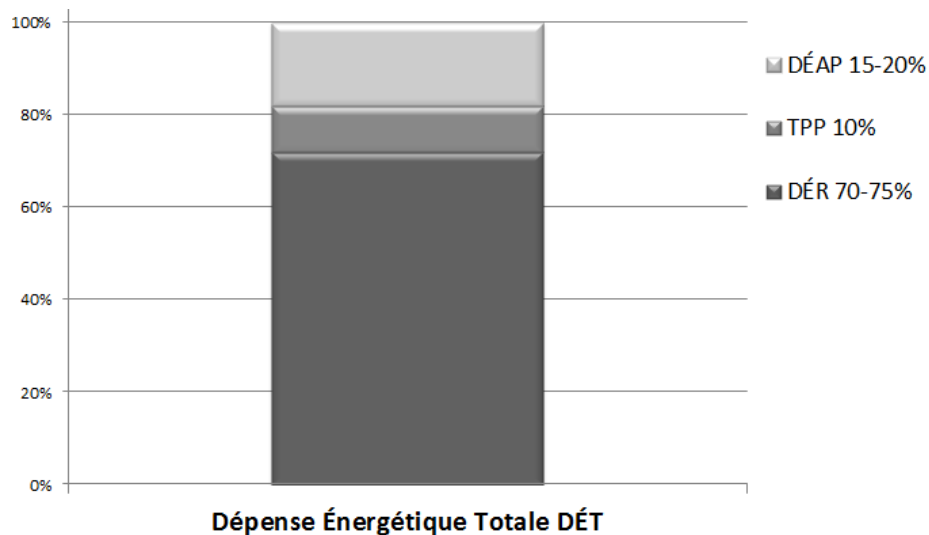


Figure 2. Répartition de la dépense énergétique sur une période de 24 h pour un individu adulte normal (Rigaud & Melchior, 1992)

La DÉR correspond à la dépense métabolique au repos, mesurée en position allongée après au moins 12 heures de jeûne. Elle correspond à la quantité minimale d'énergie requise et nécessaire pour assurer l'essentiel des fonctions vitales pour la survie de l'organisme (contractions du cœur et des muscles respiratoires, fonctions cérébrale et digestive, maintien de la température corporelle) (Laville, Andreelli, Normand, Pachiardi, & Riou, 1998; Wilmore & Costill, 2005). Elle peut représenter entre 60 à 75 % de la DÉT selon différents auteurs (Harris & Benedict, 1919; Laville

et al., 1998). La dépense énergétique de repos est influencée par différents facteurs tels que l'âge, le sexe, la masse maigre, le fonctionnement thyroïdien, l'état nutritionnel de l'individu ainsi que des facteurs génétiques (Fontaine et al., 1985; Laville et al., 1998; Vaughan, Zurlo, & Ravussin, 1991).

La dépense énergétique de thermorégulation permet à l'organisme de conserver sa température corporelle fonctionnelle, malgré les grandes variations de températures extérieures ; elle permet le maintien des structures anatomiques et la fonctionnalité des systèmes enzymatiques (Jequier, 1986; Rigaud & Melchior, 1992). Dans les mesures communes, aucun pourcentage n'est habituellement attribué à la dépense énergétique de thermorégulation en tant que tel car les mesures de dépenses énergétiques sont faites en condition de neutralité thermique (22-24°C) et à jeun, annulant ainsi la part supplémentaire liée à cette dépense au moment de l'évaluation.

La TPP correspond à l'effet thermogène des aliments : d'une part, elle est le fait du coût énergétique de l'absorption intestinale, du stockage et de la transformation des aliments et d'autre part, elle correspond à la dissipation, sous forme de chaleur, de l'excès calorique ingéré. Cette dépense compte pour 10 % de la DÉT (Jequier, 1983; Nair, Halliday, & Garrow, 1983; Schutz, Bessard, & Jequier, 1984; Segal, Edano, Blando, & Pi-Sunyer, 1990; Stirling & Stock, 1968).

Enfin, la DÉAP correspond à l'énergie dépensée pour fournir un effort musculaire ; elle équivaut en moyenne à 15-20 % de la DÉT (Durnin & Passmore, 1967; Schutz, Ravussin, Diethelm, & Jequier, 1982) ; bien que sujette à une grande variabilité interindividuelle. Nous traitons de cette dernière plus amplement dans la partie suivante.

1.3.2 Dépense énergétique d'activités physiques

1.3.2.1 Quelques caractéristiques

L'activité physique est en réalité le facteur qui influence le plus la dépense énergétique totale d'un individu. En effet, la dépense énergétique qui lui est associée en est la composante la plus variable (Withers, Smith, Tucker, Brinkman, & Clark, 1998). La dépense énergétique d'activités physiques, telle que nous la définissons (certains auteurs la nomment également la dépense énergétique d'activités ou DÉA), correspond à toute dépense énergétique au-dessus de la dépense énergétique de repos associée aux mouvements corporels et aux contractions musculaires permettant d'adopter des postures (Oppert, 2004; Westerterp & Kester, 2003). La DÉAP regroupe deux composantes. Une des composantes est dite « volontaire » (*volitional*) ou DÉAP-E car induite par l'exercice et par l'activité physique pratiqués de manière intentionnelle, structurée et répétée. L'autre composante est dite « non volontaire » car non induite par l'exercice structuré que l'on nomme DÉAP-NE : on pourrait la qualifier de « bougeotte » (*fidgiting, non-volitional*). Dans la population générale, la variation interindividuelle de la DÉAP est de 5 % à 50 % selon le niveau d'activités physiques pratiqué (Westerterp & Kester, 2003). Par conséquent, la DÉT peut varier d'un individu à un autre ayant les mêmes caractéristiques jusqu'à 2000 kcal en raison des activités physiques pratiquées (Levine, Vander Weg, Hill, & Klesges, 2006). Les modifications apparentes de la DÉAP-E sont surtout la résultante de l'intensité de l'exercice physique et de la durée de l'effort musculaire, comme le souligne cet auteur français : « *la dépense énergétique d'activité physique augmente avec l'intensité de l'effort pour atteindre un plateau où la consommation d'oxygène est définie comme étant la VO₂max* » (Rigaud & Melchior, 1992).

1.3.2.2 DÉAP et entraînement physique

Dans une étude menée auprès de la population des Indiens Pima (Snitker, Tataranni, & Ravussin, 2001), il a été signifié que la DÉA dans une chambre respiratoire (dépourvue de tout appareil permettant de faire de l'activité physique)

était significativement corrélée à l'activité physique quotidienne habituelle. Ceci révèle la contribution majeure de la composante non induite par l'exercice structuré dans la DÉA. Dans un même registre, deux auteurs déduisent de leur revue que le niveau d'activité physique d'un individu se situant dans une fourchette normale d'index d'activité physique (correspondant à la DÉT exprimée en un multiple du métabolisme basal; la limite supérieure étant de 2,5), est déterminé par la distribution du temps passé à faire des activités d'intensité faible et modérée (telles que celles qui constituent les activités de base de la vie quotidienne). Ceci souligne la part essentielle de la DÉAP-NE dans la détermination de la DÉT quotidienne d'un individu (Westerterp & Plasqui, 2004). En faisant le lien avec les comportements sédentaires, on s'illustre assez bien que c'est en influençant directement la DÉAP-NE que les comportements sédentaires influencent la DÉT. Par la faible dépense énergétique qui leur est associée (Ainsworth et al., 2000), les comportements sédentaires vont réduire la DÉAP-NE à un niveau plus faible et ainsi induire la réduction la DÉT. Dans une revue systématique écrite en 2008, Westerterp conclut que l'effet de l'entraînement sur la DÉA, surtout en ce qui concerne la DÉA-NE, est dépendant de l'âge. Ainsi, chez les jeunes adultes, l'entraînement favoriserait une augmentation de la DÉA pouvant aller jusqu'à 25 %, pendant que la composante non volontaire de la DÉA resterait inchangée. Cependant, chez des sujets âgés, la dépense énergétique engendrée par l'entraînement semble être compensée par une diminution de la DÉA-NE (Westerterp, 2008). Ceci confirme les affirmations de Meijer et de son équipe en 1999, qui relevaient que chez des personnes plus âgées, l'effet de l'entraînement était compensé par une diminution des activités physiques non structurées (E. P. Meijer, Westerterp, & Verstappen, 1999).

Il est vrai qu'un effet de l'âge a été soulevé quant à l'effet de l'activité physique sur la DÉAP, mais ce n'est pas le seul. On constate également une différence liée au genre. En effet, en 1991, Meijer et ses collaborateurs ont constaté qu'il y avait une différence notable entre l'effet d'un entraînement de type aérobie sur la dépense énergétique entre les hommes et les femmes (entraînement en vue de

préparer un semi-marathon). Ainsi, les auteurs ont trouvé que l'augmentation de la DÉT quotidienne excédait de trois à quatre fois la dépense énergétique nette engendrée par l'entraînement en lui-même chez les hommes, contre seulement deux chez les femmes. Par ailleurs, la DÉAP-NE a eu tendance à augmenter chez les hommes, bien qu'elle n'ait pas été statistiquement significative. Cependant, cette tendance n'a pas été relevée chez les femmes (G. A. Meijer et al., 1991).

Une étude de Brochu et coll. a mis en évidence que les individus ayant un VO_2peak plus élevé (valeur la plus élevée de la consommation maximale d'oxygène à l'effort) ont une DÉAP du reste de la journée plus importante que ceux ayant un VO_2peak plus faible. Bien qu'il ne soit pas ici question d'une relation de causalité, les auteurs suggèrent néanmoins que des propriétés additionnelles de dissipation d'énergie sont associées à un VO_2peak élevé. Sachant que l'entraînement physique augmente le VO_2peak , tout porterait à croire qu'on relèverait, chez des individus physiquement plus actifs, une DÉAP quotidienne plus élevée. Dans cette même étude, il a été souligné que la corrélation positive qui existe entre le VO_2peak et la DÉAP est plus forte chez les hommes ($r = 0,42$) que chez les femmes ($r = 0,24$) (Brochu, Starling, Ades, & Poehlman, 1999) ; martelant ainsi la pensée d'une réelle différence liée au genre (G. A. Meijer et al., 1991).

1.3.2.3 Dépense énergétique d'activités physiques non induite par l'exercice physique « DÉAP-NE »

La DÉAP-NE correspond à toute dépense énergétique d'activités physiques non induite par l'exercice physique pratiqué de manière structurée, volontaire et répétée (Levine et al., 2006). Elle varie beaucoup selon le type d'activités accomplies tel qu'être assis, parler, se tenir debout, marcher ou encore laver la vaisselle (Levine et al., 2005). Toute activité physique, soit-elle occupationnelle (liée à l'emploi), récréative, intentionnelle (dans le but d'accomplir une tâche) ou spontanée (accomplie inconsciemment), qui augmente la dépense énergétique au-dessus du niveau basal contribue au niveau d'activités physiques (Brooks, Butte, Rand, Flatt, &

Caballero, 2004). Le niveau d'activités physiques reflète la somme de toutes les activités physiques cumulées durant une période de 24 heures. Il est cependant important de noter que la bougeotte et toute autre forme d'activités spontanées peuvent certes, contribuer au niveau d'activités physiques, mais peuvent ne pas produire les mêmes bienfaits et bénéfiques que ceux induits par l'exercice à intensité modérée ou élevée (Brooks et al., 2004). Étant donné que la majorité des individus ne pratique pas d'activité physique au niveau recommandé, il se peut fort bien que pour eux, la DÉAP-E soit quasi nulle (Levine et al., 2006). Même pour des individus pratiquant 150 minutes d'activité physique par semaine, l'exercice structuré compterait pour une moyenne de 125 kcal/jour. Il en résulte donc que pour la majeure partie des individus, la variabilité de la DÉAP dépend grandement de la DÉAP-NE (Levine et al., 2006). Les variations de la DÉAP-NE sont le résultat de l'intensité, de la fréquence et de la durée des activités de la vie quotidienne accomplies par un individu. Plusieurs facteurs influencent la DÉAP-NE : le type d'emploi (Levine et al., 2001), le temps et type d'activités de loisir (Levine, Schleusner, & Jensen, 2000), le gain pondéral et le niveau d'obésité (Bouchard et al., 1990), la vie en milieu urbain et ses modalités (Hayes et al., 2005), l'environnement et les habitudes alimentaires (Hill, Wyatt, Reed, & Peters, 2003), le genre (Caspersen & Merritt, 1995), l'éducation (Yeager, Macera, Eaker, & Merritt, 1991) ainsi que les saisons (Gracia-Marco et al., 2013; O'Connell, Griffiths, & Clemes, 2013).

1.3.2.4 DÉAP-NE et comportements sédentaires

Une vingtaine de sujets en santé qui s'autoproclamaient téléphages, dont la moitié était normo-pondérale ($IMC < 25 \text{ kg/m}^2$) et l'autre en surplus de poids et obèse ($IMC > 25 \text{ kg/m}^2$), sans complication médicale ou incapacité physique, a été observée pendant 10 jours au cours desquels la DÉAP a été mesurée. L'analyse a démontré que les individus obèses étaient assis en moyenne 164 minutes de plus que les individus normo-pondérés. Ces derniers étaient également en moyenne debout 152 minutes de plus que les individus en surpoids et obèses. Si les individus obèses et en surpoids avaient adopté les mêmes comportements et postures que les individus de poids

normal, ce ne sont pas moins de 352 kcal par jour en moyenne qu'ils auraient dépensé de plus (Levine et al., 2005). Cette dépense supplémentaire équivaldrait à une perte de poids de 15 kg en un an si aucun changement n'était apporté au régime alimentaire de ces individus en surpoids et obèses (Levine et al., 2005). Par ailleurs, 90 % de la DÉAP résultait de la dépense énergétique liée à la station debout et aux mouvements lors des activités ambulatoires chez les individus en surpoids et obèses. Ceci s'explique, car les sujets en question ne pratiquaient pas d'activité physique et que la DÉAP lors de la position assise est très faible (Levine et al., 2005). Afin de mieux comprendre le phénomène, les auteurs ont soumis les sujets de poids normal à une prise de poids contrôlée et supervisée tandis que les sujets en surpoids et obèses ont été soumis à une perte de poids. Bien que les sujets de poids normal aient gagné en moyenne 4 kg et que les sujets obèses en aient perdu 8, les patrons comportementaux n'ont pas pour autant changés : les individus en surpoids et obèses ont continué à être plus longtemps assis et les individus normo-pondérés ont continué à être plus longtemps debout. Les auteurs ont émis l'hypothèse que la DÉAP-NE pourrait être l'objet de régulations biologiques (Levine et al., 2005).

Une étude sur des rongeurs soutient le concept que la DÉAP-NE pourrait être régulée par des médiateurs centraux et humoraux (Kiwaki, Kotz, Wang, Lanningham-Foster, & Levine, 2004). Ainsi, il a été mis en évidence qu'un neuropeptide associé à l'excitation, appelée l'orexine, augmente la DÉAP-NE chez des rats lors d'injections de cette dernière dans le noyau paraventriculaire de l'hypothalamus. Ces injections ont provoqué, avec une relation dose-dépendante, une augmentation considérable de la posture debout ; ce qui a également augmenté de manière importante la DÉAP-NE (Levine et al., 2005). L'orexine aurait de nombreux effets; certains connus et d'autres restant à découvrir. Entre autres, elle est impliquée dans la régulation de l'appétit et de la prise alimentaire, de l'état d'éveil et du sommeil, de la dépense énergétique, de la température corporelle, de la fonction cardiovasculaire, de la sécrétion de la glande pituitaire, de l'homéostasie du glucose, des sécrétions gastriques, etc. (Kiwaki et al., 2004; Sellayah & Sikder, 2013). Elle aurait également pour effet d'augmenter les

activités physiques spontanées et d'induire une augmentation de la DÉAP-NE; donc de la DÉAP et par conséquent, de la DÉT (Kiwaki et al., 2004; Levine et al., 2005; Perez-Leighton, Boland, Teske, Billington, & Kotz, 2012; Sellayah & Sikder, 2013; Teske, Perez-Leighton, Billington, & Kotz, 2013). Elle conférerait une sorte de résistance à l'obésité de par sa capacité à provoquer une augmentation des activités physiques spontanées, augmentant la DÉT et prévenant ainsi le gain pondéral (Butterick, Billington, Kotz, & Nixon, 2013).

La DÉAP-NE et les comportements sédentaires sont donc très étroitement liés. Ainsi, une prévalence élevée de comportements sédentaires sera associée à une plus faible DÉAP-NE, tandis qu'une faible prévalence des comportements sédentaires laissera place à une plus grande prévalence des activités d'intensité légère, modérée ou élevée (non induites par l'exercice structuré) qui sera associée à une DÉAP-NE plus élevée. Il serait donc convenable d'interpréter qu'une hausse de la DÉAP autre que celle engendrée par l'exercice structuré correspond à une plus faible proportion des comportements sédentaires et une plus grande part d'activités à intensité légère, modérée ou élevée. À l'inverse, une plus faible DÉAP correspond à une plus grande proportion des comportements sédentaires et une plus faible proportion des activités à intensité légère, modérée ou élevée.

1.3.3 Dépense énergétique et sarcopénie

La dépense énergétique chez des personnes ayant un poids stable diminue progressivement au cours de la vie adulte (McGandy et al., 1966). Cependant, chez des individus sédentaires, le plus grand déterminant de la dépense énergétique totale est la masse maigre (Ravussin et al., 1986). Il a été découvert que la masse maigre et la masse grasse expliquaient ensemble 83 % de la variabilité du métabolisme de repos. De plus, une corrélation de $r=0,90$ a été décelée entre la masse maigre et le métabolisme de repos (Sparti, DeLany, de la Bretonne, Sander, & Bray, 1997). Muller et coll. ont trouvé une corrélation positive entre la DÉR et la masse maigre

($r=0,89$), ainsi que des corrélations significatives entre la masse musculaire régionale et la DÉR chez une population jeune non obèse et en santé (Muller, Illner, Bosy-Westphal, Brinkmann, & Heller, 2001). Ces résultats montrent l'importance de la masse maigre dans la dépense énergétique d'un individu.

La diminution progressive de la masse musculaire qui se fait chez l'homme à l'âge adulte et à un âge plus avancé équivaut à une perte pouvant aller jusqu'à 45 % entre 30 et 80 ans (Cohn et al., 1980). Une étude a démontré que l'excrétion quotidienne de créatinine sur 24 h (proportionnelle à la masse musculaire) était de près corrélée au métabolisme de base chez des hommes de 20 à 79 ans et que la masse musculaire pourrait être pleinement responsable de la diminution du métabolisme basal liée à l'âge (Tzankoff & Norris, 1977). Evans, quant à lui, affirme que la préservation de la masse musculaire et la prévention de la sarcopénie pourraient aider à prévenir le déclin du métabolisme énergétique (W. Evans, 1997).

Bien que cela puisse paraître évident pour certains, très peu d'études ont porté sur l'effet de fatigue que pourrait engendrer la perte de masse musculaire chez des personnes âgées sarcopéniques. Néanmoins, le cas des individus atteints d'arthrite rhumatoïde pourrait nous donner une piste de réflexion. L'arthrite rhumatoïde peut induire une cachexie caractérisée par un catabolisme protéique élevé qui cause une perte importante de masse musculaire et engendre une grande fatigue (Roubenoff, 2009; Summers, Deighton, Rennie, & Booth, 2008; Walsmith & Roubenoff, 2002). Bien que la maladie peut être bien contrôlée, il a été décelé chez des femmes atteintes d'arthrite rhumatoïde que la DÉAP était significativement inférieure à celle d'autres femmes aux caractéristiques similaires en santé et que cette différence de DÉAP comptait pour 77 % de la différence de DÉT entre les deux groupes (Roubenoff et al., 2002). Il se pourrait que la perte importante de masse musculaire de ces femmes induise cette fatigue et engendre une plus faible DÉAP. Une étude a été menée auprès de patients candidats à une allogreffe de cellules hématopoïétiques souches atteints de maladies sanguines malignes. Plus de la moitié de cette population était sarcopénique

et il a été mis en évidence que ces derniers présentaient une diminution significative de la force musculaire ainsi qu'une fatigue bien plus accrue que chez les mêmes patients non atteints de sarcopénie (Morishita et al., 2012). Il y aurait donc, chez les individus sarcopéniques, une tendance plus importante à la fatigue résultant d'une diminution de la masse, de la force et de la capacité des muscles à endurer une charge de travail donnée.

1.3.4 Entraînement physique, sarcopénie et dépense énergétique

Chez des personnes âgées, l'entraînement musculaire contre résistance induit des gains en force musculaire et en puissance (Beltran Valls et al., 2013; Hakkinen et al., 1998; Hunter, McCarthy, & Bamman, 2004; Idland, Sylliaas, Mengshoel, Pettersen, & Bergland, 2013; Kamen, 2005; Keen, Yue, & Enoka, 1994; Moritani & deVries, 1980; Van Roie, Delecluse, Coudyzer, Boonen, & Bautmans, 2013; Villareal, Smith, Sinacore, Shah, & Mittendorfer, 2011; Yarasheski et al., 1999; Yarasheski, Zachwieja, & Bier, 1993), une amélioration des facteurs neurologiques impliqués dans la contraction volontaire (Hakkinen et al., 1998; Moritani & deVries, 1980), une amélioration du taux de recrutement des unités motrices lors d'une contraction maximale volontaire des muscles (Hunter et al., 2004; Kamen, 2005; Leong, Kamen, Patten, & Burke, 1999) et une amélioration de la capacité à maintenir une contraction sous-maximale constante en réduisant la variabilité de la force lors de la contraction (Keen et al., 1994). On peut également remarquer que suite à l'entraînement musculaire contre résistance, il y a une augmentation de la synthèse protéique (Kumar et al., 2012; Yarasheski et al., 1993) ; même chez des hommes et femmes frêles (Yarasheski et al., 1999). De même, l'entraînement de type aérobie pourrait augmenter la proportion des cellules satellites permettant la régénération et l'adaptation musculaires, comme ceci a été relevé chez des rats et des humains (Darr & Schultz, 1987; Hunter et al., 2004; McCormick & Thomas, 1992). L'entraînement améliore également la capacité fonctionnelle (Beltran Valls et al., 2013; Idland et al., 2013), les capacités oxydatives musculaires (Hood, Little, Tarnopolsky, Myslik, &

Gibala, 2011), et augmente la qualité musculaire (rapport de la force sur la masse musculaire) chez les personnes âgées (Hunter et al., 2004).

Tous ces facteurs impliqués dans la contraction et dans le métabolisme musculaires sont souvent en cause dans les dysfonctionnements associés à la sarcopénie. Pourtant, l'entraînement musculaire contre résistance peut limiter, voire prévenir ces changements délétères liés à la sarcopénie. Il n'est donc pas étonnant que Evans en ait parlé comme pouvant prévenir la sarcopénie, voire même la « renverser » (W. J. Evans, 1996).

Bien qu'il a été mis en évidence que les variances de la DÉA et des activités physiques dans la vie quotidienne pouvaient respectivement être expliquées à 72 et à 78 % par une contribution génétique (Joosen, Gielen, Vlietinck, & Westerterp, 2005), plusieurs études révèlent néanmoins qu'un entraînement musculaire contre résistance pourrait augmenter la DÉR et la DÉT (Ades et al., 2005; Hunter, Wetzstein, Fields, Brown, & Bamman, 2000), mais également la DÉAP (mesures faites en dehors des jours d'entraînement), et ce, de manière chronique (Withers et al., 1998). Il en ressort que l'entraînement permettrait une augmentation significative de la DÉT et de certaines de ses composantes. Hunter et son équipe ont détecté que la DÉR et la DÉT augmentent significativement après un entraînement musculaire de 26 semaines chez des femmes et des hommes âgés de 61 à 77 ans (Hunter et al., 2000). Cette augmentation de la DÉT reste significative, même après avoir corrigé pour la DÉAP-E liée au coût énergétique net engendré par l'exercice. La DÉAP-NE a également eu tendance à augmenter, bien que cette dernière n'ait pas été significative. Les auteurs concluent que l'entraînement musculaire contre résistance pourrait avoir un réel impact sur la dépense énergétique, améliorant ainsi le profil métabolique des personnes âgées (Hunter et al., 2000). Toutefois, Tremblay et ses collaborateurs ont noté que la TPP pouvait être réduite par un entraînement en aérobie, influençant ainsi la DÉT à la négative (A. Tremblay, Côté, & LeBlanc, 1983).

En 2004, un groupe de chercheurs a entrepris une étude sur la dépense énergétique chez des femmes atteintes de maladies cardiovasculaires. Les résultats ont mis à jour qu'un entraînement musculaire contre résistance augmente la DÉT, la DÉR ainsi que la DÉAP-NE du reste de la journée. De même, les femmes qui avaient suivi le programme d'entraînement ont significativement augmenté leur DÉAP-NE par rapport à la valeur relevée avant l'intervention (Ades et al., 2005).

L'ensemble de ces éléments appuie l'efficacité de l'entraînement musculaire contre résistance dans l'amélioration du métabolisme et des facteurs musculaires physiologiques et structurels impliqués dans la sarcopénie. L'entraînement musculaire peut également jouer un rôle dans l'augmentation de la DÉT et de la DÉAP-NE et ainsi améliorer le métabolisme énergétique chez des individus sarcopéniques.

Chapitre 2

PROBLÉMATIQUE

Dans le présent chapitre, nous discutons des questions actuellement non résolues par la littérature en ce qui concerne l'effet aigu et chronique de l'exercice et de l'entraînement sur la dépense énergétique d'activités physiques et les comportements sédentaires adoptés pendant le reste de la journée. Par la suite, nous formulons la question de recherche, les objectifs et les hypothèses qui soutiendront notre travail.

2.1 QUESTIONS NON RÉSOLUES PAR LA LITTÉRATURE

Les études qui ont porté sur les comportements sédentaires soulèvent un fait saillant : on peut à la fois s'entraîner à un niveau égal ou supérieur au seuil minimal recommandé, mais également cumuler de longues périodes passées en état de sédentarité le reste de sa journée. L'activité physique seule ne suffirait donc pas ; il faudrait également envisager une intervention au niveau des comportements sédentaires. Cependant, il serait bon de nuancer plusieurs points. Ces études sont à grande majorité transversale, ne permettant pas de conclure sur l'effet potentiellement catalyseur de l'activité physique, notamment sur les changements d'habitudes de vie et sur l'adoption de comportements plus actifs (conscientisation par rapport à la santé, la sensation d'être « énergisé » donc plus enclin à être actif au quotidien, la sensation d'être plus fort donc moins fatigable et physiquement prêt à fournir un effort, tendance à l'augmentation des activités physiques spontanées, etc.). En effet, une

revue sur le sujet a confirmé que l'activité physique était associée à une réduction de la fatigue ressentie et d'une augmentation de la sensation d'être énergisé chez des adultes « actifs » comparativement à des adultes inactifs (O'Connor & Puetz, 2005; Puetz, 2006). Ces comportements plus actifs diminueraient donc les comportements sédentaires. Si les individus se sentent plus énergisés et se sentent bien, voire mieux, après la pratique d'activité physique (Bartholomew et al., 2005; Puetz, 2006; Yau, 2008), ceci implique qu'ils sont donc plus aptes à accomplir les tâches de la vie quotidienne, voir même plus (se mettre et rester plus souvent debout, soutenir un effort plus intense plus longuement, prendre les escaliers au lieu de l'ascenseur parce que se sent moins essoufflé, etc.). Ces comportements actifs potentiellement induits par l'activité physique pourraient diminuer la proportion des comportements sédentaires ou du moins, les interrompre plus souvent.

Dans ce sens, il a été prouvé que les interruptions fréquentes des comportements sédentaires (par une marche ou autre) pouvaient avoir des effets bénéfiques sur la circonférence de taille, la concentration en HDL-cholestérol (Healy, Dunstan, Salmon, Cerin, et al., 2008) ainsi que sur les taux postprandiaux de glucose et d'insuline (Dunstan, Howard, Healy, & Owen, 2012). Une marche prise pour interrompre des comportements sédentaires pourrait donc être bénéfique pour limiter leurs effets délétères. Si l'entraînement peut augmenter les activités physiques spontanées, cela supposerait des interruptions plus fréquentes des comportements sédentaires et, de manière ultime, une potentielle réduction des effets délétères leur étant associés.

Une étude menée auprès de travailleurs dans un service postal dont la moitié était physiquement active (facteurs qui livraient le courrier) et l'autre non active (travailleurs administratifs) à examiner l'influence de l'activité physique au travail sur l'activité physique pendant les loisirs. Les auteurs ont trouvé que dans le cadre du travail, les facteurs étaient plus actifs que leurs paires de bureau, étaient substantiellement plus souvent debout (2 h de plus) et marchaient plus longtemps

(1,5 h de plus). En analysant leurs données, ils ont démontré que l'activité physique pratiquée dans le cadre du travail n'était pas associée à une augmentation de l'inactivité physique durant les heures de loisir (Tigbe, Lean, & Granat, 2011). Contrairement à ce qui est généralement soutenu concernant une fatigue accrue induite par l'exercice aigu, cette étude pourrait suggérer qu'à plus long terme, l'entraînement n'induirait peut-être pas une augmentation des comportements sédentaires durant le reste de la journée où l'exercice physique est pratiqué.

Très peu d'études ont porté un regard sur le long terme concernant le sujet. Pourtant, seul un devis longitudinal permettrait d'établir de manière claire et rigoureuse, quel est le potentiel rôle de l'entraînement physique dans la distribution et la proportion des comportements sédentaires. Le besoin est de plus en plus présent (Owen et al., 2011). Si un quelconque effet était avéré, cela impliquerait que l'exercice physique pourrait influencer la réduction de la proportion des comportements sédentaires dans une visée à moyen, voire long terme. Avec de tels résultats, l'association transversale indépendante admise entre comportements sédentaires et activité physique prendrait une autre direction dans une perspective longitudinale et donc, placerait l'activité physique parmi les interventions de première ligne dans la lutte contre la sédentarité. Cette connaissance nous permettrait de mieux orienter les efforts à fournir en matière de politiques de prévention et d'intervention auprès de la population.

Les recherches faites sur la dépense énergétique portent à croire que l'entraînement, notamment l'entraînement musculaire contre résistance, jouerait un rôle important dans la dépense énergétique quotidienne chez la personne âgée. Il augmenterait la DÉT, la DÉR, mais aussi la DÉAP au-delà de la dépense énergétique nette reliée à l'effort musculaire en lui-même. Si la DÉAP-NE pouvait être augmentée par l'entraînement, ceci impliquerait entre autres une certaine réduction de la proportion des comportements sédentaires et une hausse de la proportion des activités à intensité légère, modérée et élevée, qui devraient toutes deux être

observables. Dans l'état actuel des choses, de nombreuses différences de protocoles et de méthodologies rendent impossible de tirer à une conclusion unique et précise. Cette situation rend plus que difficile l'appréciation du réel impact de l'entraînement, quel qu'il soit, sur la DÉAP-NE et sur les comportements sédentaires. Très peu d'études se sont réellement penchées sur l'effet de l'entraînement musculaire contre résistance sur la DÉAP-NE du reste de la journée et sur les comportements sédentaires pour en cerner les évolutions au cours d'une intervention en entraînement physique. La compréhension de cet aspect permettrait de mieux sonder la réelle interaction existant entre l'activité physique et les comportements sédentaires pendant une même journée, ainsi que son évolution à plus long terme.

La sarcopénie peut se révéler être une problématique de santé publique chez les personnes âgées. De par ses mécanismes, cette dernière entraîne une diminution de la masse, de la fonction et du métabolisme musculaires, pouvant provoquer une diminution de la dépense énergétique. Bon nombre de personnes porteuses de ce syndrome se sentent plus fatiguées, plus en douleur avec une perte de vitalité et hypothéquées dans leur qualité de vie (Morishita et al., 2012). L'entraînement contre résistance a un effet bénéfique connu sur le muscle et ralentit le processus de détérioration associé à la sarcopénie. Cependant, l'exercice peut dépendamment de son type, de son intensité et de sa durée, induire une certaine fatigue comme mécanisme de protection pour éviter certains effets délétères possiblement engendrés par ce dernier (Ament & Verkerke, 2009). Ce phénomène pourrait être accentué chez des personnes plus fatigables et vulnérables que la normale (évitant ainsi une déplétion excessive des stocks énergétiques). Il serait donc intéressant d'observer comment des personnes sarcopéniques réagiraient à une séance d'exercice musculaire : seront-elles plus fatiguées après une séance d'exercice, de telle sorte à ce qu'elles adopteraient plus de comportements sédentaires le reste de la journée? Le seront-elles autant après une intervention de plusieurs semaines? Comment l'entraînement influencera-t-il la DÉAP et les comportements sédentaires à plus long terme chez des personnes âgées sarcopéniques?

Il est indéniable qu'une zone d'ombre plane encore sur ces aspects et c'est là même le sujet de ce mémoire : comprendre davantage comment l'exercice musculaire, pouvant provoquer une fatigue additionnelle chez des personnes sarcopéniques, influencera-t-il la DÉAP-NE du reste de la journée? Mais encore, comment l'entraînement musculaire contre résistance, pratiqué sur une base régulière pendant plusieurs semaines, influencera-t-il les comportements sédentaires chez ces individus ? Comment aura évolué la DÉAP-NE du reste de la journée après cette période?

Ce sont tant de questions en suspens auxquelles nous espérons apporter quelques éléments de réponse au travers de ce mémoire. Cette étude nous donnera certainement une piste pour aborder l'interaction entre l'entraînement et les comportements sédentaires sous un angle nouveau.

2.2 QUESTION DE RECHERCHE

Au travers de ce mémoire, nous cherchons à comprendre comment un entraînement musculaire structuré de 16 semaines, suivi par des hommes âgés sarcopéniques, influence la dépense énergétique d'activités physiques ainsi que les comportements sédentaires. Notre question de recherche est donc formulée ainsi :

« Chez des hommes âgés sarcopéniques, quels sont les effets aigus et chroniques de l'exercice et d'un entraînement musculaire structuré sur la dépense énergétique d'activités physiques et sur les comportements sédentaires le reste d'une journée avec exercice en comparaison à une journée sans exercice? »

2.3 OBJECTIFS

1. Vérifier quels sont les effets d'une séance d'exercice structuré sur la dépense énergétique d'activités physiques et sur les comportements sédentaires du reste d'une journée avec exercice en comparaison à une journée sans exercice physique.
2. Vérifier la persistance de ces effets, si présents, après une intervention de 16 semaines en entraînement musculaire contre résistance.

2.4 HYPOTHÈSES

1. a) Avant l'intervention en entraînement musculaire, la DÉAP d'une journée avec exercice sera plus faible que celle d'une journée sans exercice, notamment à cause de la fatigue accrue que les personnes sarcopéniques peuvent éprouver suite à un effort physique exigeant.
b) Les comportements sédentaires mesurés seront plus importants au courant de la journée avec exercice.
2. a) Après l'intervention en entraînement musculaire de 16 semaines, la DÉAP d'une journée avec exercice sera plus élevée que celle d'une journée sans exercice, notamment à cause de la sensation d'être « énergisé » qu'un individu éprouve après s'être habitué à fournir un certain effort physique pendant une période relativement conséquente.
b) Les comportements sédentaires auront diminués au courant de la journée avec exercice.
3. a) Enfin, la DÉAP moyenne sera plus élevée après 16 semaines d'intervention en entraînement physique qu'avant l'intervention.
b) En outre, le temps moyen passé en état de sédentarité aura également diminué après les 16 semaines d'entraînement.

Chapitre 3

MÉTHODES DE RECHERCHE

Dans la présente section, nous présentons les méthodes sélectionnées et utilisées dans le but de répondre à la problématique de ce mémoire. Nous détaillons le contexte du projet PRO dans lequel nous avons inscrit notre étude et les méthodes de mesure des variables d'intérêt. Enfin, nous abordons les analyses statistiques utilisées et les considérations éthiques liées au présent projet de recherche.

3.1 DEVIS QUASI-EXPERIMENTAL

3.1.1 Contexte de l'étude : projet PRO

Notre projet s'inscrit dans la lignée d'une étude en cours au Centre de Recherche sur le Vieillissement de Sherbrooke. Le but premier de cette étude consiste à vérifier l'impact d'un programme d'exercice musculaire sur la fonction physique et la composition corporelle d'hommes âgés sarcopéniques consommant des collations post-exercice contenant différentes sources d'acides aminés essentiels. Étant donné que le contexte de l'étude touche directement nos intérêts de recherche (programme d'entraînement musculaire contre résistance, hommes âgés sarcopéniques...), mais que certaines de nos variables n'étaient pas disponibles, nous avons utilisé le contexte de l'étude PRO pour y ajouter des mesures de la dépense énergétique d'activités physiques et des comportements sédentaires.

3.1.2 Sujets

À ce jour, nous avons recruté 41 participants parmi les 45 souhaités. Parmi les 20 participants ayant achevé le programme d'entraînement musculaire, six d'entre eux disposent de données recueillies par Actical (ACT) et par le journal d'activités physiques (JAP) complété en début et en fin d'intervention. Âgés entre 65 et 75 ans, les participants, doivent avoir un IMC ≤ 30 kg/m². Pour être inclus dans l'étude, les sujets doivent être sarcopéniques; soit, avoir un indice de masse musculaire total IMM $\leq 18,04$ kg/m² (valeur se situant à 2 écarts-type de la moyenne d'indice de masse musculaire de 10 hommes de 35 ans de la population des environs, que nous avons mesurés à notre laboratoire au Centre de recherche sur le vieillissement de Sherbrooke, respectant la définition donnée par Baumgartner et ses collègues (Baumgartner et al., 1998), ou encore, avoir un indice de masse musculaire appendiculaire IMMapp $< 10,75$ kg/m², fixée par l'équipe de Janssen (Janssen et al., 2004). Pour être inclus dans l'étude, le participant doit également avoir un poids stable depuis au moins 6 mois (± 2 kg), être non-fumeur et avoir une faible consommation d'alcool (< 15 g d'éthanol par jour, soit 1 consommation d'alcool par jour). Le sujet ne doit pas présenter d'incapacités physiques pouvant l'empêcher de suivre l'intervention en entraînement musculaire contre résistance; ni prendre de traitement médicamenteux qui pourrait, de quelque façon que ce soit, influencer le métabolisme (en dehors de la prise de statines avec un contrôle stable du cholestérol depuis au moins 6 mois). De même, le sujet suivant un traitement contre l'hypertension artérielle doit être contrôlé et stable durant les 6 mois précédant l'étude. Les participants sont sollicités à l'aide des médias locaux (publications dans les journaux locaux, affichages publicitaires dans les locaux d'associations telles que le Club d'Âge d'Or, les clubs de golf de Sherbrooke et autres...).

3.1.3 Protocole et procédures

Les participants intéressés à prendre part à l'étude sont appelés pour répondre à un questionnaire téléphonique afin de s'assurer de leur éligibilité (questionnaire

téléphonique détaillé dans l'Annexe A). Dans le cas d'un recrutement, nous invitons le participant à une première visite au Centre de recherche sur le vieillissement, où nous parcourons ensemble le formulaire de consentement et d'informations (Annexe B) et remplissons le questionnaire sur l'aptitude à l'activité physique Q-AAP (Annexe C). Ensuite, une série de mesures anthropométriques et de composition corporelle sont effectuées (les détails du déroulement de chaque visite figurent dans l'Annexe D).

Si le participant s'avère être sarcopénique, nous lui demandons de remplir le *Physical Activity Scale for Elderly* (PASE : questionnaire permettant de mesurer le niveau d'activités physiques ; Annexe E) et nous lui faisons passer des tests de force (Annexe F). Enfin, nous lui remettons un journal alimentaire (accompagné d'une balance de cuisine) à compléter pendant 3 jours (dont le dernier jour précède toujours le jour de la mesure du métabolisme de repos) afin de nous assurer du maintien des habitudes alimentaires tout au long de l'étude. Lors de la deuxième visite, après une période de 12 h à jeun, le participant nous rejoint au Centre de recherche pour la mesure du métabolisme de repos pendant 30 min et nous ramène le journal alimentaire complété. Après une prise de la tension artérielle, une prise de sang est effectuée par notre infirmière de recherche. À la fin de la visite, un petit déjeuner est servi au participant pendant lequel nous lui expliquons comment porter l'Actical et remplir le journal d'activités physiques pendant deux journées (Annexe G). Ces deux mesures se font lors de la première semaine d'entraînement, soit une journée où le participant suit une séance d'exercice et une journée il n'en suit pas. À la moitié de l'intervention, un autre journal alimentaire devra être complété, suivi de la troisième visite à jeun (depuis au moins 12 h) pour une prise de sang.

Lors de la dernière semaine d'entraînement, le participant devra à nouveau porter l'Actical et remplir le journal d'activités physiques lors d'une journée avec exercice et d'une journée sans. Après les 16 semaines en entraînement musculaire contre résistance, les mêmes mesures seront prises à nouveau lors d'une quatrième

visite (idem que la première visite) et une cinquième visite (idem que la deuxième visite). Un récapitulatif des mesures prises à chaque visite est disponible à la p.12 de l'Annexe A. À la fin de l'étude, un carnet de santé est envoyé au participant faisant état des mesures prises au début et à la fin de l'intervention.

3.1.4 Mesures du contexte du projet PRO

3.1.4.1 Mesures anthropométriques

Le poids est mesuré à l'aide d'une balance électronique à 0,2 kg près (SECA 707, Hambourg, Allemagne). La taille est mesurée à l'aide d'un stadiomètre monté sur le mur (Takei, Tokyo, Japon). De plus, l'indice de masse corporel est calculé selon la formule standard suivante :

$$\text{IMC (kg/m}^2\text{)} = \frac{\text{Poids (kg)}}{\text{Taille (m}^2\text{)}}$$

3.1.4.2 Mesures de composition corporelle : DEXA

Les compartiments maigre, adipeux et osseux sont mesurés en position allongée grâce à la méthode d'absorption biphotonique à rayons X (DEXA, GE Prodigy Lunar, Madison, WI, États-Unis.). Cette technique d'imagerie permet d'effectuer une segmentation des membres et du tronc ainsi que relever des mesures du corps entier, de la colonne lombaire (de L2 à L4) et des fémurs gauche et droit (bien que nous n'utilisons que la mesure de gauche). La radiation reste relativement faible et équivaut à 20 minutes de soleil (0,037 mrem). Les coefficients de variations de notre laboratoire des mesures répétées (test-retests mesurés chez 10 adultes à sept jours d'intervalle) sont de 4,9 % pour la masse grasse et de 1,1 % pour la masse maigre.

L'indice de masse musculaire total (IMM) et l'indice de masse musculaire appendiculaire (IMMapp) sont calculés à partir de la masse maigre (MM) mesurée par le DEXA comme suit :

$$\text{IMM} = \frac{\text{MM totale (kg)}}{\text{Taille (m}^2\text{)}}$$

$$\text{IMMapp} = \frac{[\text{MM bras} + \text{MM jambes}]}{\text{Taille (m}^2\text{)}}$$

3.1.4.3 Questionnaire sur le niveau d'activité physique : PASE

Le *Physical Activity Scale for the Elderly* (PASE), permet de mesurer le niveau d'activité physique d'un individu au cours des sept derniers jours (Washburn, Smith, Jette, & Janney, 1993). Cet outil a été validé chez une population de personnes âgées (Washburn & Ficker, 1999) et a pour reflet le niveau habituel d'activités physiques; il comptabilise le temps passé à accomplir différents types d'activités à différentes intensités. Les activités occupationnelles (liées à l'emploi), de loisirs et de la vie quotidienne se voient attribuer un score en fonction de l'intensité et du temps passé à accomplir ces dernières au cours des sept jours précédant l'administration du questionnaire. Un score global est ensuite calculé, allant de 0 à 793, où un score élevé correspond à un niveau d'activités physiques élevé.

3.1.4.4 Test de force : Test d'une répétition maximale (1-RM)

La force maximale des membres inférieurs (1-RM Mb Inf) est évaluée grâce à la presse des jambes et celle des membres supérieurs (1-RM Mb Sup) à l'aide du développé couché. Ces tests de force maximale sont effectués à l'aide d'appareil de musculation à plaquettes et à poulies de la salle d'entraînement de notre laboratoire (Life Fitness, Schiller Park, IL, États-Unis.). Cette mesure consiste à trouver la charge maximale que peut soulever un individu en une seule fois (répétition maximale ; 1-RM). Cette mesure a été validée chez des individus jeunes et âgés (Eston & Evans,

2009; Verdijk, van Loon, Meijer, & Savelberg, 2009). Le protocole utilisé afin d'évaluer la force maximale est celui détaillé par l'*American College of Sports and Medicine* (ACSM, 2006) :

- A. Faire un échauffement de 5 à 10 répétitions à une intensité allant de 40 à 60 % du 1-RM.
- B. Prendre un repos d'une minute.
- C. Faire une série de 3 à 5 répétitions à une intensité allant de 60 à 80 % du 1-RM.
- D. Prendre un repos d'une à trois minutes.
- E. Essayer de soulever le 1-RM tel que défini plus haut.
- F. Prendre un repos de trois à cinq minutes entre chaque essai.
- G. Répéter les étapes E et F jusqu'à ce que la charge maximale soit déterminée.

Il est préférable de favoriser une augmentation importante de la charge à chaque 1-RM soulevé, car la fatigue induite par ce type d'évaluation pourrait réduire l'optimisation de la charge maximale réelle pouvant être soulevée, à cause notamment d'un grand nombre d'essais. Cette mesure initiale nous sert à déterminer les charges qui seront utilisées lors de l'entraînement musculaire contre résistance. Les charges sont mensuellement réajustées afin de s'assurer de la progressivité de l'entraînement.

3.1.4.5 Métabolisme de repos : Calorimétrie indirecte

Le métabolisme de repos est mesuré après une nuit à jeun d'au moins 12 h à l'aide de la méthode de calorimétrie indirecte (Jequier, 1987; Jequier & Felber, 1987; Schoeller, 2007), où l'échange gazeux respiratoire est principalement mesuré (CCM Express, Medical Graphics Corporation, St-Paul, MN, États-Unis). Le coefficient de variation de notre laboratoire est de 2,1 % (test-retests mesurés à sept jours d'écart). La mesure est effectuée pendant une durée de 30 minutes en état d'éveil et en position

allongée, bien que seules les données de la 11^e à la 25^e minute soient prises en compte pour le calcul de la dépense énergétique de repos moyenne exprimée en kcal/jour. La DÉR est prédite à partir de l'équation de Weir (Weir, 1990).

3.1.5 Mesures d'intérêt ajoutées au projet PRO

3.1.5.1 Dépense énergétique d'activités physiques : Accélérométrie

L'Actical (ACT) est un accéléromètre de petite taille (37*29*9 mm ; 20 g) servant à enregistrer les mouvements du corps. C'est un petit moniteur triaxial mesurant plus précisément les accélérations corporelles dans les 3 directions d'un repère orthogonal. Il fournit des données vectorielles triaxiales dans le compte d'activités (CA) permettant l'estimation de la dépense énergétique (corrigée pour le sexe, l'âge, la taille et le poids de l'individu). La fréquence d'échantillonnage ainsi que l'algorithme de régression linéaire utilisé sont traduits par un logiciel pour l'obtention des données (Lyden, Kozey, Staudenmeyer, & Freedson, 2011). Le capteur sériel en céramique est composé d'un élément piézo-électrique. Les vibrations créées en réponse aux accélérations sont transférées à partir du boîtier céramique du capteur vers l'élément piézo-électrique, conduisant ainsi à la déformation de ce dernier et provoquant la production d'une charge proportionnelle à celle-ci. La tension qui est produite par le capteur est alors amplifiée puis filtrée par des circuits analogiques. Finalement, cette tension est numérisée à une fréquence d'échantillonnage de 32 Hz (John & Freedson, 2012). L'Actical résiste à l'eau (ne peut cependant pas être immergé) et son microprocesseur permet le stockage de données pendant plusieurs semaines.

Plusieurs études ont validé la mesure de la dépense énergétique par l'Actical par rapport à une des mesures de référence qui est la calorimétrie indirecte (Crouter, Churilla, & Bassett, 2006; Dellava & Hoffman, 2009; Heil, 2006). De plus, c'est un outil qui a été validé pour la mesure de compte de pas chez des enfants de 7 à 11 ans (Rosenkranz, Rosenkranz, & Weber, 2011) et pour la mesure d'activités physiques

d'intensité faible à modérée chez des adultes de 45 ans et plus (Hooker et al., 2011). En 2011, dans un échantillon de 3187 participants, l'Actical a également été validé chez une population âgée de 6 à 79 ans pour la mesure de comportements sédentaires (Wong, Colley, Connor Gorber, & Tremblay, 2011).

Les mesures effectuées par l'Actical sont : le compte d'activités (ACT CA), la DÉAP en kcal/jour (ACT DÉAP kcal), la DÉAP en METs/jour (ACT DÉAP METs), la DÉAP en METs/jour en fonction de l'intensité des activités accomplies (ACT DÉAP Int), le pourcentage de la DÉAP en fonction de l'intensité des activités accomplies (ACT % DÉAP Int) et la proportion du temps passé à faire des activités de différentes intensités (ACT % du tps). L'annexe H détaille les mesures obtenues. Les différentes intensités sont départagées comme suit : activités sédentaires (Séd), activités d'intensité légère (Lég) et d'intensité modérée (Mod).

L'estimation de dépense énergétique d'activités physiques par Actical se fera sur deux journées; une journée avec exercice (JEX) et une journée sans exercice physique (JSEP) avant et après l'intervention en entraînement musculaire contre résistance de 16 semaines. La période d'exercice lors de la JEX et une période équivalente lors de la JSEP sera exclue des mesures.

3.1.5.2 Comportements sédentaires : Journal d'activités physiques

Afin de mesurer les comportements sédentaires, nous avons choisi d'utiliser le journal d'activités physiques (JAP) développé par Claude Bouchard (1983). Ce journal permet initialement d'estimer la dépense énergétique quotidienne d'un individu. Il s'étend sur 3 jours, dont un doit être un jour de fin de semaine et les deux autres des jours de semaine. Il contient 96 périodes de 15 minutes, où le participant doit rapporter chaque activité qu'il fait à l'aide du numéro de la catégorie correspondante. Chacune des catégories représente une série d'activités qui ont approximativement une même dépense énergétique. Les catégories d'activités (Cat) correspondent à différentes activités qui avoisinent une même dépense énergétique.

Elles sont détaillées dans l'Annexe D. Les comportements sédentaires (CS) correspondent aux activités de faible dépense énergétique accomplies dans une position assise ou allongée telles que se reposer, être assis à regarder la télévision, manger, écrire, etc. ; nous avons donc additionné les catégories 1 et 2 pour avoir le total du temps passé en état de sédentarité. Les activités de la catégorie 3 (Lég Deb) correspondent à des activités légères accomplies debout, telle que se raser, laver la vaisselle ou encore faire à manger. Les activités de la catégorie 4 (Mar Lent) regroupent les activités telles que marcher lentement, conduire, prendre une douche ou encore s'habiller. Enfin, la catégorie 5 (Trav Lég) rassemble les travaux manuels légers comme balayer le sol, laver des vitres, peindre, etc. Le temps passé dans chaque catégorie est d'abord mesuré en minutes puis est rapporté en pourcentage par rapport au temps d'éveil.

Remplir le journal est relativement simple : il suffit à l'individu d'identifier l'activité prédominante qu'il a accomplie durant les 15 précédentes minutes et de la rapporter dans le tableau des périodes. Cet outil a été validé chez des individus de 10 à 50 ans pour l'estimation de la dépense énergétique (Bouchard et al., 1983). La mesure obtenue est en minutes, cependant elle est rapportée en pourcentage par rapport au temps d'éveil. En effet, le temps d'éveil est un facteur qui peut considérablement changer d'un individu à un autre et même chez un individu d'une journée à une autre. Nous avons donc choisi d'exprimer le temps mesuré par rapport au temps d'éveil comme suit :

$$\text{Proportion du temps } Y = \frac{Y (\text{min}) * 100}{\text{Temps d'éveil (min)}}$$

Nous avons jugé qu'un tel outil nous permettrait d'identifier plus en détail le type d'activités accomplies par les participants et donc de mieux analyser quel type d'activités serait porté à changer au cours de l'intervention. Tout comme l'Actical, le journal d'activités physiques sera rempli sur deux journées, soit pendant la JEX et la

JSEP; le but étant que le participant remplisse le journal d'activités physiques en même temps qu'il porte l'Actical. Ici aussi, la période d'exercice sera exclue des mesures lors de la JEX et une période équivalente le sera de la JSEP.

3.2 INTERVENTION EN ENTRAÎNEMENT MUSCULAIRE CONTRE RÉSISTANCE

L'intervention en entraînement musculaire, d'une durée de 16 semaines, consiste en trois séances d'exercice d'une heure pratiquées pendant des jours non consécutifs (lundi, mercredi et vendredi), effectuées sous la supervision d'un kinésologue ou d'un stagiaire en kinésiologie, au Centre de Recherche sur le Vieillessement. Il a été démontré que trois séances par semaine permet d'obtenir des gains en force maximale (Candow & Burke, 2007; Rhea, Alvar, Ball, & Burkett, 2002). De même, il a été prouvé que 12 semaines d'entraînement et de supplémentation immédiate en protéines suffisent pour induire une hypertrophie musculaire (Esmarck et al., 2001) ; c'est pourquoi la durée de 16 semaines paraissait un choix judicieux. Cette séance d'exercice d'une heure est balisée par un échauffement initial de 10 minutes de marche sur tapis roulant et d'une série d'étirements à la fin.

La séance d'exercice musculaire est réalisée à l'aide de poids libres et d'appareils de musculation à plaquettes et à poulies (Life Fitness, Schiller Park, IL, É.-U.) pour les exercices suivants : presse des jambes, développé couché, tirage assis en poulie verticale (*lat pulldown*) et horizontale (rameur), redressement assis, extension et flexion du coude et extension du genou. Le volume est fixé à 3 séries de 8 répétitions pour chaque exercice, à une intensité égale à 80 % du 1-RM (réajusté sur une base mensuelle). Le temps de repos est d'une minute entre chaque série. Le calendrier d'entraînement est composé de quatre phases (une pour chaque mois), chacune départagée en deux étapes : semaines 1 et 2, ainsi que semaines 3 et 4; avec une composante où le travail est principalement au niveau des membres inférieurs

(Jour 1) et une autre au niveau des membres supérieurs (Jour 2). Le détail du programme d'entraînement musculaire progressif peut être retrouvé à l'Annexe I. Une assiduité aux séances d'exercice de 85 % sera nécessaire pour l'inclusion des données dans les analyses, avec un maximum de 6 séances consécutives pouvant être manquées (soit l'équivalent de deux semaines). Lors des quatre dernières semaines, seul un maximum de deux séances pourra être manqué de peur d'introduire un biais dans les mesures d'après intervention.

3.3 ANALYSES STATISTIQUES

La normalité de distribution de nos variables a été vérifiée à l'aide du test de normalité de Kolmogorov-Smirnov. Bien que la majorité de nos variables semble être normalement distribuée, au vu de la petite taille de notre échantillon, nous n'avons utilisé que des tests non-paramétriques pour l'ensemble de nos procédures statistiques. Toutes les différences sont évaluées grâce au test du rang signé de Wilcoxon, avec un seuil de signification fixé à $\alpha = 0,05$. Toutes nos procédures statistiques sont effectuées à l'aide du logiciel *Statistical Package for the Social Sciences*, récemment devenu *Statistical Products and Service Solutions* version 18.0 (SPSS Inc, IBM Corporation, Armonk, NY, États-Unis). Les résultats sont présentés sous la forme *Moyenne ± Écart-type* sauf dans les histogrammes, où seule l'erreur standard de la moyenne est affichée. Les résultats figurant en italique montrent une tendance à la signification ($0,05 < p < 0,08$) ; tandis que les résultats significatifs sont mis en valeur par des caractères gras et accompagnés d'un astérisque (* ; $p \leq 0,05$).

Pour évaluer les effets aigus d'une séance d'exercice musculaire, nous avons comparé les données du journal d'activités physiques et celles de l'Actical obtenues pendant la JEX et la JSEP. Comme mentionné plus haut, les données liées à la séance d'exercice en elle-même ont été extraites de toutes les mesures obtenues des deux journées avec entraînement (avant et après l'intervention) afin de s'assurer que les mesures utilisées ne concernent que la DÉAP-NE, soit toutes les activités autres que

l'exercice. De même, une durée équivalente correspondant à la séance d'exercice a également été extraite de la journée sans exercice.

Pour mieux apprécier les effets chroniques de l'entraînement musculaire contre résistance (concernant les données obtenues par le journal d'activités physiques et par l'Actical), nous avons simplement calculé la moyenne des deux jours avant l'intervention et celle des deux jours après l'intervention comme suit :

$$\text{Moyenne } (\bar{X}) = \frac{X \text{ JEX } (T_i) + X \text{ JSEP } (T_i)}{2}$$

Ces moyennes avant-après ont ensuite été comparées entre elles.

3.4 CONSIDÉRATIONS ÉTHIQUES

L'évaluation des risques, des inconvénients et des avantages des différentes mesures utilisées dans ce projet a démontré que nos méthodes ne représentent pas un risque exagéré pour les participants désireux de prendre part à l'étude. Le protocole, la publicité ainsi que le formulaire de consentement et d'informations du projet initial ont été révisés et approuvés par le Comité d'Éthique à la Recherche du CSSS-IUGS de Sherbrooke. De même, l'amendement au protocole et au formulaire de consentement pour l'ajout de nos mesures d'intérêt (JAP et ACT) ont également été révisés puis approuvés par le Comité d'Éthique à la Recherche. Le formulaire de consentement (Annexe B) est d'abord envoyé par courriel ou courrier au participant avant la première visite au laboratoire. Puis, il est revu et expliqué en détail lors de la cette dernière. Il doit être paraphé, daté et signé par le participant avant que les différentes mesures ne soient prises et que l'intervention en entraînement musculaire contre résistance ne soit suivie. Une lettre jointe aux résultats pourrait être ensuite envoyée au médecin traitant si toute anomalie venait à être détectée lors des évaluations (valeurs hors normes); avec l'autorisation et le consentement préalables du participant. Une compensation totale de 30 \$ est offerte au participant pour couvrir

les coûts de déplacement et de stationnement défrayés lors des visites d'évaluation au laboratoire.

De plus, les auteurs de ce projet déclarent ne pas avoir de conflits d'intérêt. Cette étude a été financée par les Producteurs Laitiers du Canada.

Chapitre 4

RÉSULTATS

Dans cet avant-dernier chapitre, les différents résultats obtenus grâce aux analyses statistiques sont présentés sous forme de tableaux et d'histogrammes. Ils sont répartis en trois sections : la première concerne les caractéristiques de l'échantillon, la deuxième résume les effets aigus d'une séance d'exercice (avant puis après l'intervention) et la troisième décrit les effets chroniques de l'entraînement musculaire contre résistance.

4.1 CARACTÉRISTIQUES DE L'ÉCHANTILLON

Les caractéristiques initiales de l'échantillon sont détaillées dans le Tableau 1. Les hommes sarcopéniques étaient âgés d'environ $65,00 \pm 5,51$ ans et avaient un indice de masse corporelle moyen de $26,38 \pm 1,58$ kg/m². Bien que tous les individus étaient sarcopéniques au début de l'étude (critère d'inclusion), un seul d'entre eux était sarcopénique de type 1 (N = 1) et les autres étant sarcopéniques de type 2 (N = 5) ; ayant un indice de masse musculaire appendiculaire moyen de $8,32 \pm 0,46$ kg/m². Le score moyen du questionnaire PASE se situait à $129,92 \pm 51,51$, ce qui place les individus à un niveau initial d'activités physiques relativement faible sur l'échelle de score du questionnaire (minimum 0, maximum 793).

Tableau 1. Caractéristiques de l'échantillon

Mesure	Moyenne	Écart-type
Âge (années)	65,00	5,51
Poids (kg)	80,08	10,77
Taille (m)	1,74	0,08
IMC (kg/m ²)	26,38	1,59
Masse grasse (kg)	23,89	5,24
Pourcentage de MG (%)	30,92	4,27
MMapp (kg)	25,15	2,85
IMMapp (kg/m ²)	8,32	0,46
MM totale (kg)	52,95	6,95
IMM (kg/m ²)	17,53	1,59
1-RM Mb Inf (kg)	116,42	16,71
1-RM Mb Sup (kg)	44,60	14,39
DÉR (kcal/jour)	1491,99	233,57
Score PASE	129,92	51,51

4.2 EFFETS AIGUS DE L'EXERCICE MUSCULAIRE

4.2.1 Effets aigus de l'exercice musculaire : différences entre JEX et JSEP avant l'intervention

4.2.1.1 Données du JAP

Les résultats obtenus à l'aide du JAP sont décrits dans le Tableau 2 où figurent les proportions des CS, des activités légères accomplies debout, des activités du type marcher lentement et de type travaux manuels légers.

Tableau 2. Pourcentage moyen du temps d'éveil passé à accomplir différentes activités lors des journées JEX et JSEP avant intervention — JAP

Mesure	JEX T1	JSEP T1	Différence	Signification
JAP CS Cat 1 et 2 (%)	58,19 ± 12,27	70,75 ± 11,70	12,56 ± 13,92	$p = 0,08$
JAP Activités Lég Deb (%)	16,06 ± 8,48	8,63 ± 5,28	-7,43 ± 6,88	p = 0,03*
JAP Activités Mar Lent (%)	18,29 ± 11,33	11,62 ± 5,74	-6,67 ± 10,71	$p = 0,25$
JAP Activités Trav Lég (%)	3,25 ± 5,86	3,69 ± 4,30	0,44 ± 4,85	$p = 1,00$

La proportion du temps passé à accomplir des activités légères debout est illustrée dans la Figure 3. Une différence significative du temps passé à être debout a été remarquée lors de la JSEP comparativement à la JEX ($p = 0,03$). On note également une tendance à l'augmentation ($p = 0,08$) des comportements sédentaires entre la JSEP comparativement à la JEX (Tableau 2).

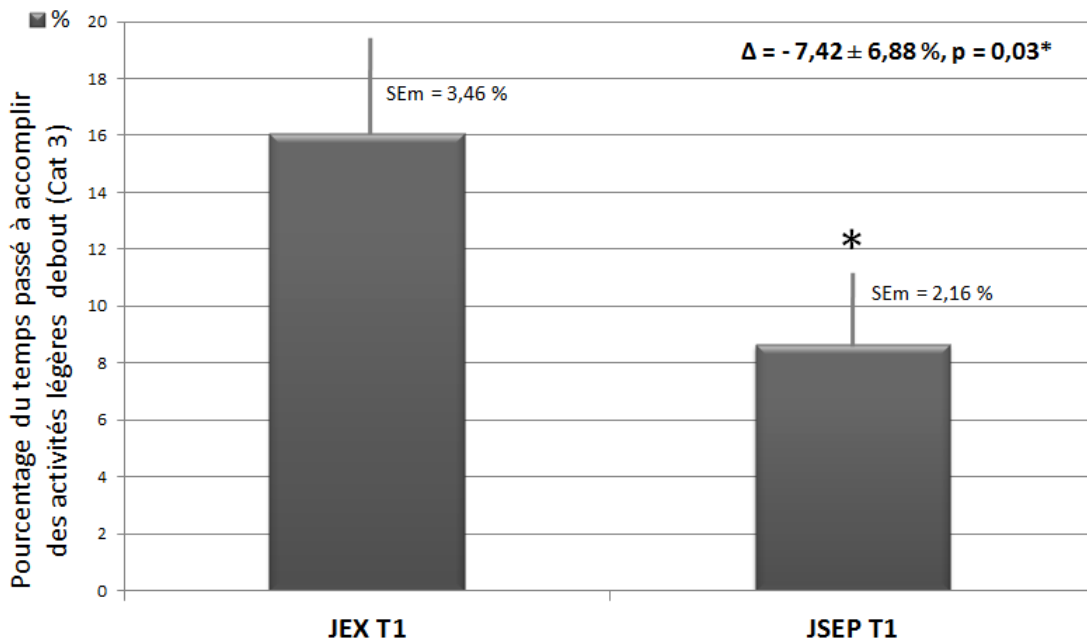


Figure 3. Différence de la proportion du temps passé à faire des activités légères accomplies debout entre la JEX et la JSEP avant intervention — JAP

4.2.1.2 Données de l'Actical

Les résultats obtenus à l'aide de l'Actical sont présentés dans le Tableau 3. Des différences significatives au niveau de la proportion de la DÉAP des activités sédentaires ($p = 0,03$; Figure 4), de la DÉAP des activités à intensité modérée ($p = 0,03$; Figure 5), de la proportion de la DÉAP des activités à intensité modérée ($p = 0,03$; Figure 6) et celle du temps passé dans ces dernières ($p = 0,03$; Figure 7), de la DÉAP en kcal/jour ($p = 0,03$; Figure 8) et du compte d'activités ($p = 0,05$; Figure 9) ont été décelées lors de la JSEP comparativement à la JEX. De même, une tendance à la différence de la DÉAP des activités sédentaires a également été relevée par l'Actical entre la JSEP comparativement à la JEX ($p = 0,08$; Tableau 3).

Tableau 3. Différences entre la JEX et la JSEP
avant intervention — ACT

Mesure	JEX T1	JSEP T1	Différence	Signification
ACT CA Compte d'activités	118 941,67 ±36 216,82	72 583,83 ±46 555,40	-46 357,83 ±35 331,98	p = 0,05*
ACT DÉAP (kcal/jour)	491,33 ± 204,08	364,54 ± 221,23	-126,79 ± 87,17	p = 0,03*
ACT DÉAP (METs/jour)	2 258,55 ± 524,73	2 190,82 ± 487,02	-67,72 ± 185,89	p = 0,46
ACT DÉAP Séd (METs)	1 342,92 ± 285,40	1 501,20 ± 162,29	158,29 ± 188,15	p = 0,08
ACT DÉAP Lég (METs)	400,32 ± 163,20	343,65 ± 240,94	-56,68 ± 130,13	p = 0,25
ACT DÉAP Mod (METs)	515,33 ± 249,94	342,95 ± 249,38	-172,38 ± 115,73	p = 0,03*
ACT % DÉAP Séd (%)	60,42 ± 10,35	70,66 ± 12,30	10,25 ± 8,77	p = 0,03*
ACT % DÉAP Int Lég (%)	18,07 ± 4,42	14,76 ± 6,28	-3,31 ± 5,72	p = 0,17
ACT % DÉAP Int Mod (%)	21,97 ± 7,04	14,58 ± 7,74	-7,38 ± 4,76	p = 0,03*
ACT % du tps Séd (%)	70,45 ± 11,20	76,84 ± 13,30	6,39 ± 9,01	p = 0,12
ACT % du tps Lég (%)	17,49 ± 6,25	14,93 ± 8,99	-2,57 ± 5,85	p = 0,25
ACT % du tps Mod (%)	12,06 ± 5,09	8,24 ± 5,09	-3,83 ± 4,25	p = 0,03*

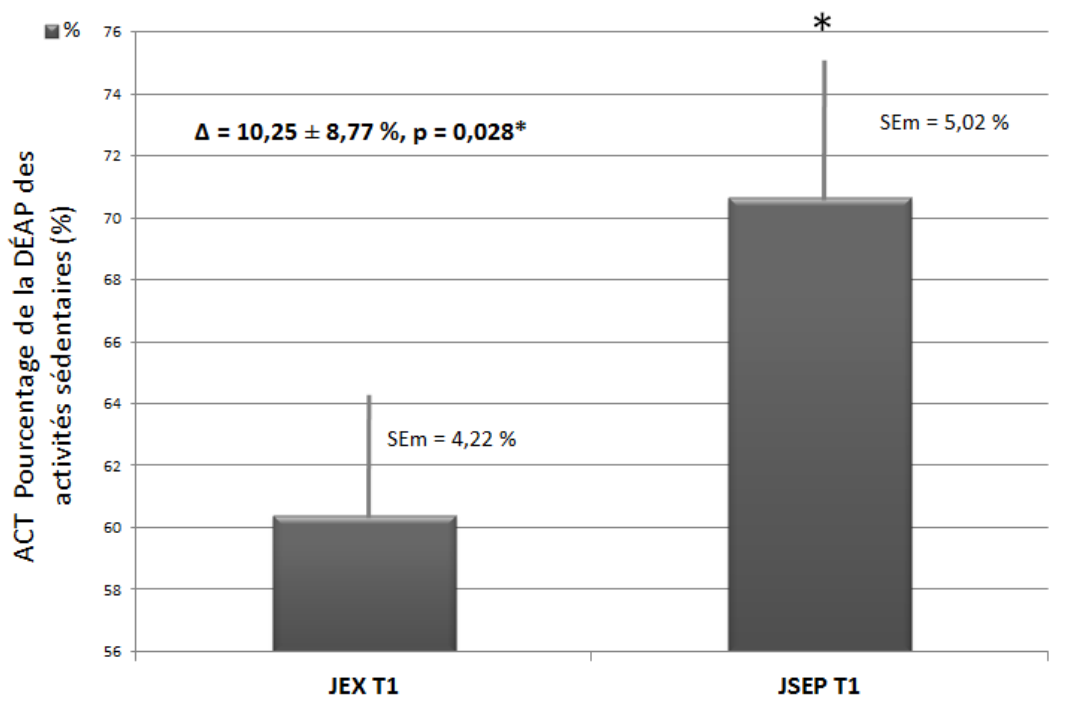


Figure 4. Différence de la proportion de la DÉAP des activités sédentaires entre la JEX et la JSEP avant intervention — ACT

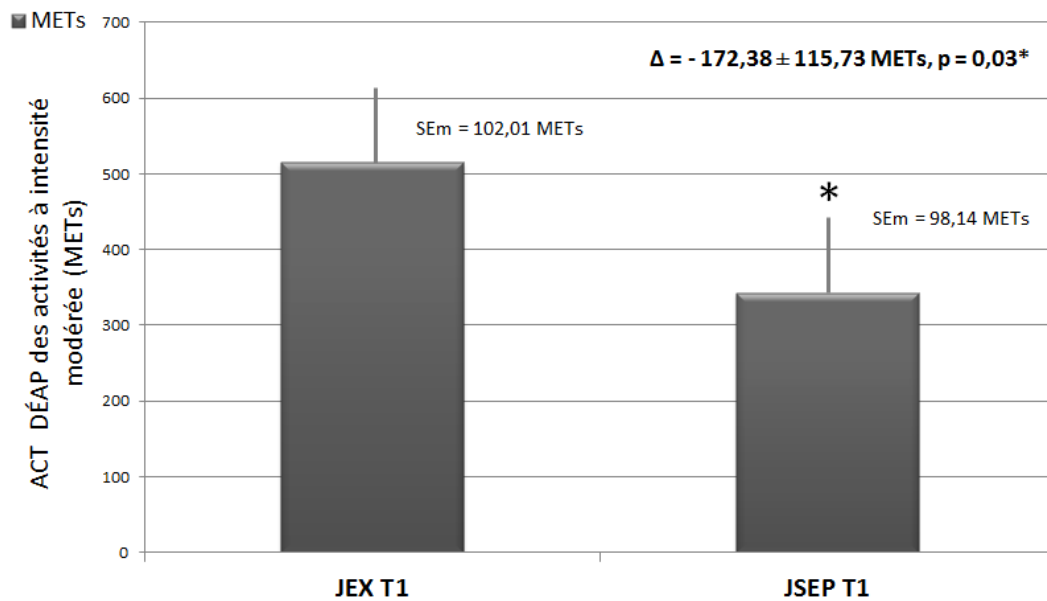


Figure 5. Différence de la DÉAP des activités à intensité modérée en METs entre la JEX et la JSEP avant intervention — ACT

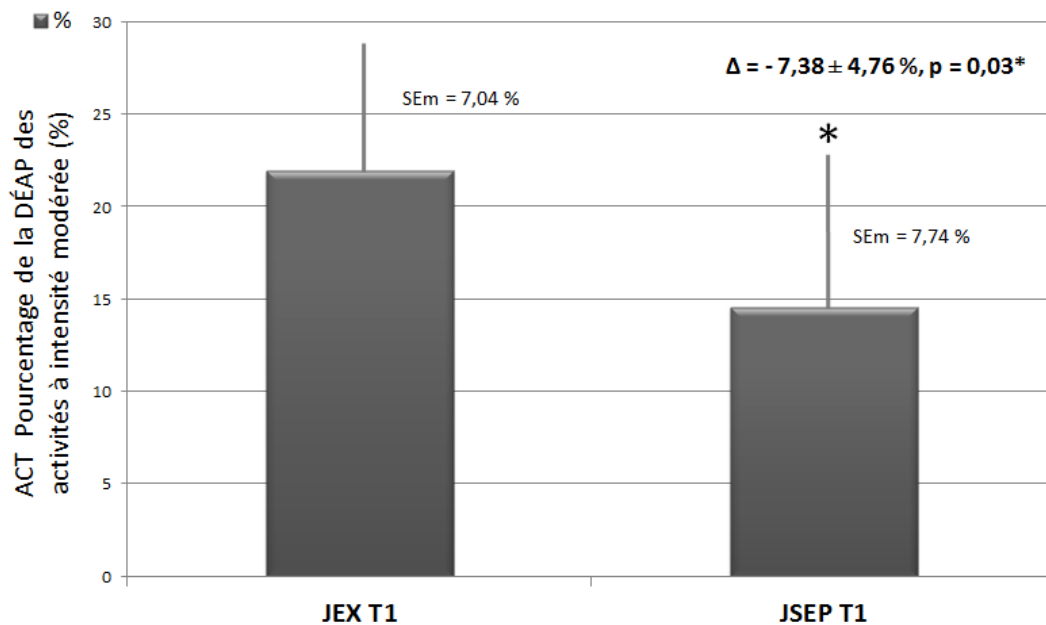


Figure 6. Différence de la proportion de la DÉAP des activités à intensité modérée entre la JEX et la JSEP avant intervention — ACT

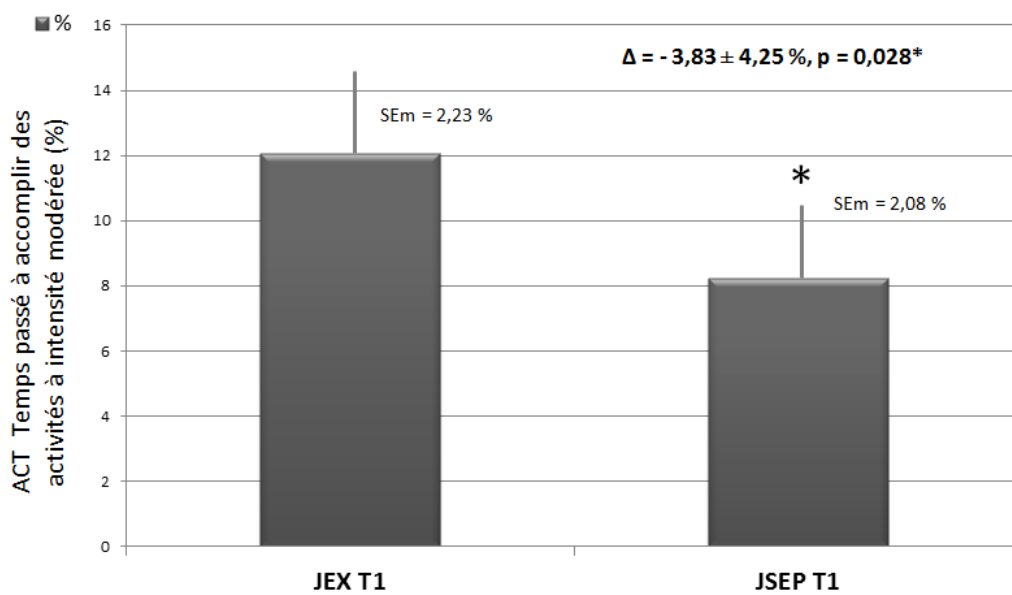


Figure 7. Différence de la proportion du temps passé à accomplir des activités à intensité modérée entre la JEX et la JSEP avant intervention — ACT

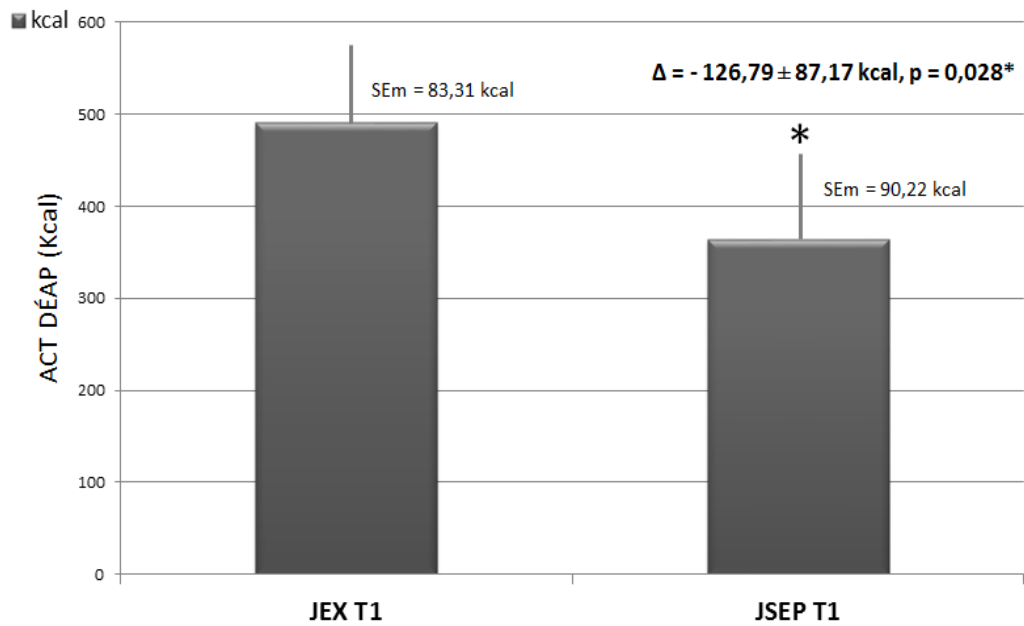


Figure 8. Différence de la DÉAP totale journalière en kcal entre la JEX et la JSEP avant intervention — ACT

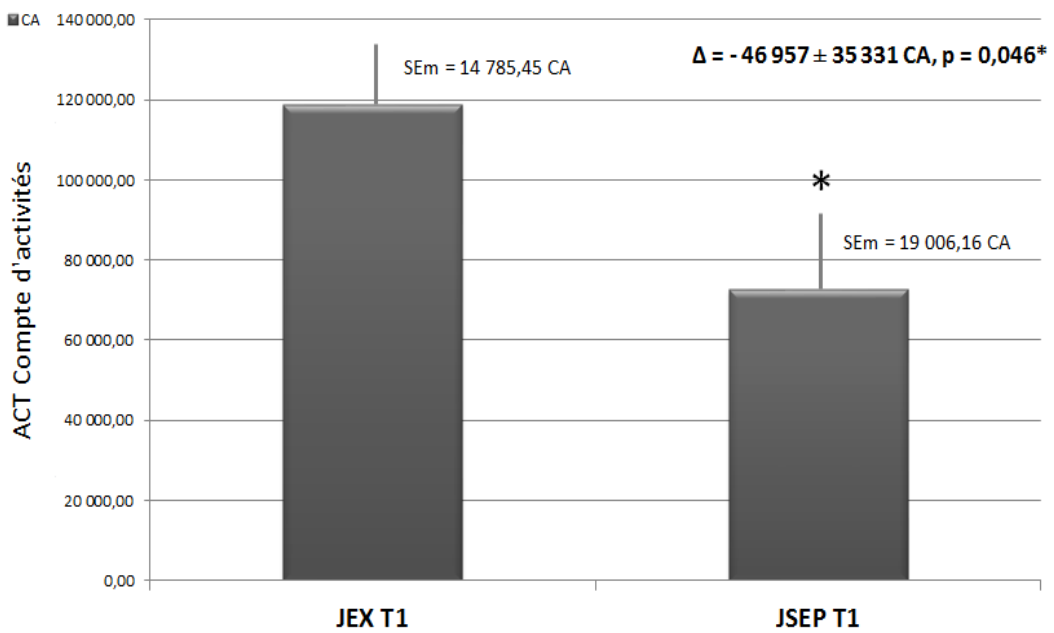


Figure 9. Différence du compte d'activités entre la JEX et la JSEP avant intervention — ACT

4.2.2 Effets aigus de l'exercice musculaire : différences entre JEX et JSEP après l'intervention

4.2.2.1 Données du JAP

Les proportions de temps allouées à l'accomplissement de différents types d'activités après l'intervention en entraînement musculaire contre résistance sont répertoriées dans le Tableau 4. Contrairement aux journées avant l'intervention, aucune différence significative n'a été trouvée dans la proportion du temps passé à adopter des comportements sédentaires, à accomplir des activités légères debout, ou à faire des activités du type marcher lentement et de type travaux manuels légers entre la JEX et la JSEP après 16 semaines d'entraînement musculaire contre résistance.

Tableau 4. Pourcentage moyen du temps d'éveil passé à accomplir différentes activités lors des journées JEX et JSEP après intervention — JAP

Mesure	JEX T2	JSEP T2	Différence	Signification
JAP CS Cat 1 et 2 (%)	44,63 ± 11,88	59,78 ± 18,03	15,15 ± 17,35	p = 0,17
JAP Activités Lég Deb (%)	17,21 ± 20,73	22,91 ± 22,87	5,71 ± 17,63	p = 0,60
JAP Activités Mar Lent (%)	19,72 ± 14,27	8,39 ± 12,86	-11,33 ± 21,46	p = 0,17
JAP Activités Trav Lég (%)	3,70 ± 3,73	8,95 ± 12,19	5,25 ± 9,96	p = 0,35

4.2.2.2 Données de l'ACT

Le Tableau 5 regroupe les différences de compte d'activités, de DÉAP ainsi que la proportion du temps passé dans les activités sédentaires, à intensité légère et modérée. Contrairement aux données rapportées entre la JEX et la JSEP avant l'intervention, plus aucune différence ne subsiste entre la JEX et la JSEP après l'intervention. Les effets aigus que nous observions alors ont tous disparu.

Tableau 5. Différences entre la JEX et la JSEP
après l'intervention — ACT

Mesure	JEX T2	JSEP T2	Différence	Signification
ACT CA Compte d'activités	159 888,17 ±80 470,00	119 466,50 ±67 193,60	-40 418,67 ±69 621,16	p = 0,17
ACT DÉAP (kcal/jour)	558,57 ± 244,33	457,91 ± 248,23	-100,65 ± 197,29	p = 0,25
ACT DÉAP (METs/jour)	2 289,32 ± 480,90	2 262,17 ± 452,70	-27,15 ± 384,46	p = 0,75
ACT DÉAP Séd (METs)	1 271,04 ± 240,37	1 436,99 ± 279,61	165,95 ± 281,98	p = 0,25
ACT DÉAP Lég (METs)	430,59 ± 172,66	337,55 ± 182,72	-93,03 ± 209,41	p = 0,35
ACT DÉAP Mod (METs)	563,91 ± 299,54	487,67 ± 315,32	-76,25 ± 215,23	p = 0,35
ACT % DEAP Séd (%)	57,26 ± 11,36	65,09 ± 16,25	7,83 ± 15,46	p = 0,25
ACT % DEAP Int Lég (%)	18,57 ± 4,62	14,38 ± 6,44	-4,08 ± 8,44	p = 0,15
ACT % DEAP Int Mod (%)	21,49 ± 12,21	20,42 ± 1,11	-1,07 ± 3,69	p = 0,75
ACT % du tps Séd (%)	67,90 ± 13,30	72,78 ± 14,31	4,88 ± 12,60	p = 0,46
ACT % du tps Lég (%)	18,74 ± 6,60	15,33 ± 7,52	-3,41 ± 8,44	p = 0,46
ACT % du tps Mod (%)	13,36 ± 7,55	11,89 ± 7,76	-1,46 ± 4,80	p = 0,35

4.3 EFFETS CHRONIQUES DE L'ENTRAÎNEMENT MUSCULAIRE CONTRE RÉSISTANCE

Les résultats avant et après l'intervention sont décrits dans le Tableau 6. À la fin de l'intervention, trois participants sont demeurés sarcopéniques de type 2 (N = 3), tandis que 2 sont devenus sarcopéniques de type 1 (N = 3). Le seul individu sarcopénique de type 1 avant l'intervention l'est demeuré après.

Plusieurs différences significatives ont été détectées au niveau de la composition corporelle, de la force et du score du PASE après l'intervention. On peut noter une diminution du pourcentage de masse grasse ($p = 0,05$; avec une tendance à la diminution de la masse grasse ; $p = 0,08$), un gain de masse maigre au niveau corporel (avec une augmentation de son indice de masse musculaire ; $p = 0,03$) et appendiculaire ($p = 0,03$; avec une tendance à l'augmentation de l'indice de masse musculaire appendiculaire ; $p = 0,075$), un gain de force des membres inférieurs ($p = 0,03$; avec une forte tendance pour les membres supérieurs ; $p = 0,06$), ainsi qu'une hausse du niveau d'activités physiques mesuré par le PASE ($p = 0,03$).

Des résultats probants ont uniquement été observés au niveau des mesures relevées par l'Actical. On peut ainsi remarquer une augmentation significative du compte d'activités moyen après entraînement comparativement à celui d'avant intervention ($p = 0,05$). De même, la DÉAP moyenne liée aux activités sédentaires a significativement diminuée après l'intervention comparativement à celle d'avant intervention ($p = 0,05$). La Figure 10 représente la distribution de la DÉAP répartie par intensité des activités accomplies. Bien que les changements de proportions de la DÉAP en fonction de l'intensité ne soit pas significatifs, cette illustration reflète bien comment, au cours de l'intervention en entraînement musculaire, la dépense énergétique d'activités physiques a évolué et pour quel type d'activités.

Tableau 6. Différences avant et après l'intervention en entraînement musculaire contre résistance

Mesure	AVANT l'intervention		APRÈS l'intervention		Différence		Significa- tion
Poids (kg)	80,08 ±	10,77	80,78 ±	10,01	0,70 ±	2,00	p = 0,35
IMC (kg/m ²)	26,38 ±	1,59	26,62 ±	1,49	0,25 ±	0,53	p = 0,17
MG (kg)	23,89 ±	5,24	22,56 ±	4,25	-1,32 ±	1,63	p = 0,08
% de MG (%)	30,92 ±	4,27	28,72 ±	3,27	-2,20 ±	1,88	p = 0,05*
MMapp (kg)	25,15 ±	2,85	26,52 ±	3,79	1,36 ±	1,24	p = 0,03*
IMMapp (kg/m ²)	8,32 ±	0,46	8,78 ±	0,15	0,46 ±	0,36	p = 0,08
MM totale (kg)	52,95 ±	6,95	54,85 ±	6,82	1,90 ±	1,67	p = 0,03*
IMM (kg/m ²)	17,53 ±	1,59	18,19 ±	1,20	0,66 ±	0,54	p = 0,03*
1-RM Mb Inf (kg)	116,42 ±	16,71	155,73 ±	18,74	39,31 ±	15,29	p = 0,03*
1-RM Mb Sup (kg)	44,60 ±	14,39	55,94 ±	12,80	11,34 ±	11,02	p = 0,06
DÉR (kcal/jour)	1491,99 ±	233,57	1607,88 ±	214,18	115,89 ±	212,19	p = 0,17
Score PASE	129,92 ±	51,51	169,84 ±	39,56	39,92 ±	5,63*	p = 0,03*

(Suite du tableau à la page 72)

Suite du Tableau 6

Mesure	AVANT l'intervention		APRÈS l'intervention		Différence		Significa- tion
JAP CS Cat 1 et 2 (%)	64,47 ±	9,76	57,69 ±	8,82	-6,78 ±	10,20	p = 0,35
JAP Activités Lég Deb(%)	12,34 ±	6,17	20,06 ±	19,97	7,72 ±	18,07	p = 0,75
JAP Activités Mar Lent (%)	12,34 ±	6,17	12,92 ±	11,78	0,57 ±	9,92	p = 0,35
JAP Activités Trav Lég (%)	20,06 ±	19,97	20,60 ±	11,67	0,54 ±	15,05	p = 0,60
ACT CA Compte d'activités	95 762,75 ±37 781,53		139 675,83 ±65 447,87		43 913,08 ±49 919,36		p = 0,05*
ACT DÉAP (kcal/jour)	427,94 ±	208,20	508,24 ±	225,67	80,30 ±	140,19	p = 0,25
ACT DÉAP (METs/jour)	2 224,63 ±	498,02	2275,75 ±	425,62	51,06 ±	231,93	p = 0,60
ACT DÉAP Séd (METs)	1 422,06 ±	212,31	1 354,01 ±	219,32	-68,05 ±	69,86	p = 0,05*
ACT DÉAP Lég (METs)	371,99 ±	195,22	384,07 ±	143,65	12,09 ±	88,39	p = 0,60
ACT DÉAP Mod (METs)	429,14 ±	238,25	525,79 ±	288,09	96,65 ±	176,86	p = 0,35
ACT % DEAP Séd (%)	65,54 ±	10,48	61,18 ±	11,70	-4,35 ±	6,62	p = 0,35
ACT % DEAP Int Lég (%)	16,41 ±	4,62	16,52 ±	3,67	0,11 ±	1,66	p = 0,92
ACT % DEAP Int Mod (%)	18,27 ±	7,01	20,95 ±	11,52	2,68 ±	6,61	p = 0,35
ACT % du tps Séd (METs)	73,64 ±	11,44	70,34 ±	12,29	-3,30 ±	10,11	p = 0,35
ACT % du tps Lég (METs)	16,21 ±	7,18	17,03 ±	5,68	0,83 ±	4,92	p = 0,92
ACT % du tps Mod (METs)	10,15 ±	4,84	12,63 ±	7,27	2,48 ±	5,30	p = 0,25

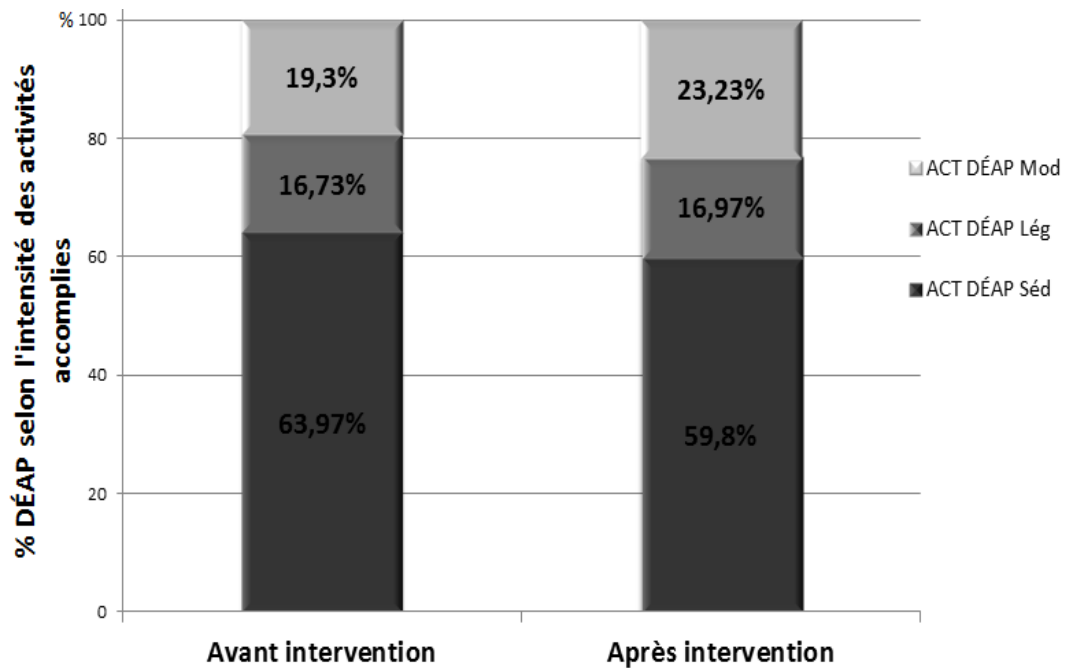


Figure 10. Différence de la distribution de la DÉAP selon l'intensité des activités accomplies avant et après l'intervention en entraînement musculaire contre résistance — ACT

En poussant l'investigation plus loin, nous avons effectué des comparaisons des différentes mesures entre la journée avec exercice avant l'intervention et celle après l'intervention. De même, nous avons réitéré la même procédure avec la journée sans exercice physique avant et après l'intervention. Seule une différence significative a été décelée : le compte d'activités de la JSEP après l'intervention avait significativement augmenté par rapport à la JSEP avant l'intervention ($\Delta = 46\,882,67 \pm 43\,760,35$; $p = 0,05$).

Chapitre 5

INTERPRÉTATION ET DISCUSSION

DES RÉSULTATS

Dans ce dernier chapitre, nous procédons à l'interprétation des résultats obtenus. Chaque résultat est discuté, interprété et confronté à la littérature, lorsque possible. Dans un deuxième temps, nous critiquons notre étude en repassant en revue ses forces et ses limites. Nous terminons en commentant les perspectives futures du domaine de recherche.

5.1 RAPPEL DES HYPOTHÈSES

Souvenons-nous que trois hypothèses de travail avaient été formulées avant le début de l'étude. Elles étaient les suivantes :

1. a) Avant l'intervention en entraînement musculaire, la DÉAP d'une journée avec exercice sera plus faible que celle d'une journée sans exercice, notamment à cause de la fatigue accrue que les personnes sarcopéniques peuvent éprouver suite à un effort physique exigeant.
b) Les comportements sédentaires mesurés seront plus importants au courant de la journée avec exercice.

2. a) Après l'intervention en entraînement musculaire de 16 semaines, la DÉAP d'une journée avec exercice sera plus élevée que celle d'une journée sans exercice, notamment à cause de la sensation d'être

« énergisé » qu'un individu éprouve après s'être habitué à fournir un certain effort physique pendant une période relativement conséquente.

b) Les comportements sédentaires auront diminués au courant de la journée avec exercice.

3. a) Enfin, la DÉAP moyenne sera plus élevée après 16 semaines d'intervention en entraînement physique qu'avant l'intervention.

b) En outre, le temps moyen passé en état de sédentarité aura également diminué après les 16 semaines d'entraînement.

5.2 EFFETS AIGUS DE L'EXERCICE MUSCULAIRE

Nos données ont démontré une certaine réalité quant à l'effet aigu de l'exercice musculaire chez des individus sarcopéniques avant l'intervention : on remarque une tendance à la différence de la proportion du temps à adopter des comportements sédentaires et une différence significative de la proportion du temps passé à accomplir des activités légères debout. À l'aide de l'Actical, on a pu relever des différences significatives de la proportion de la DÉAP des activités sédentaires et de la proportion de la DÉAP des activités à intensité modérée. On a également constaté des différences significatives de la DÉAP des activités à intensité modérée et de la proportion du temps passée à accomplir ces dernières, de la dépense énergétique d'activités physique totale et du compte d'activités lors d'une journée sans exercice par rapport à une journée avec exercice.

Ces résultats nous sont d'abord apparus intrigants. Lors de la journée avec exercice, les individus ont eu tendance à être moins souvent assis et allongés, étaient plus souvent debout et ont passé plus de temps et d'énergie à faire des activités d'intensité modérée. Ils ont également dépensé plus d'énergie tout au long de cette journée-là. Ces constats surprenants, allant à l'encontre de notre première hypothèse, pourraient s'expliquer en partie par la littérature. En effet, plusieurs revues et études

ont rapporté que l'exercice aigu et chronique étaient associés à une nette amélioration des sensations de bien-être, de calme, et d'activation accompagnées d'une amélioration de l'humeur chez des individus présentant des troubles anxieux, affectifs ou dépressifs (Bartholomew et al., 2005; Knapen et al., 2009; Stark et al., 2012). L'entraînement et l'exercice favoriseraient également le sentiment d'être « énergisé » (vigueur et vitalité) et diminueraient la fatigue ressentie chez une population inactive présentant une certaine fatigue chronique (O'Connor & Puetz, 2005; Puetz, 2006). Ainsi, si des individus sarcopéniques ayant tendance à être plus fatigués (Morishita et al., 2012) se sentent plus énergisés, plus vigoureux, plus activés et moins fatigués suite à une séance d'exercice, ils pourraient avoir tendance à être « plus actifs » dans leurs comportements et à être plus souvent debout pour accomplir un nombre plus important d'activités. Bien que de plus amples études soient nécessaires à ce sujet, les journées d'exercice pourraient favoriser l'adoption de comportements plus « actifs » et ainsi diminuer la proportion des comportements sédentaires chez des individus sarcopéniques.

Néanmoins, il se peut que ce résultat émane d'un biais méthodologique. En effet, la journée sans exercice était toujours le lendemain d'une journée avec exercice. Ainsi, il se pourrait que les individus aient adopté plus de comportements sédentaires, accompli moins d'activités à intensité modérée et dépensé moins d'énergie simplement parce qu'ils ont ressenti une fatigue accrue induite par la séance d'exercice le jour précédent. Nous ne pouvons exclure cette hypothèse, mais si tel est le cas, les résultats obtenus après l'intervention nous apportent un élément d'éclaircissement. En effet, lorsque l'on effectue les mêmes comparaisons entre une journée avec et sans exercice après l'intervention, nous remarquons que toutes ces différences notables relevées avant l'intervention disparaissent (infirmant ainsi notre deuxième hypothèse où nous supposions voir une différence entre la JEX et la JSEP après intervention). Si la fatigue induite par la séance d'exercice précédente explique nos résultats, alors l'entraînement musculaire contre résistance de 16 semaines l'a fait disparaître. Ceci pourrait être dû à un phénomène d'adaptation à une charge de travail

conséquence et à une sollicitation physique croissante (les charges étaient mensuellement ajustées, de manière à permettre une progressivité au cours de l'intervention et à maximiser les gains en force musculaire).

La boucle pernicieuse de la sarcopénie pourrait ainsi être rompue et la problématique des comportements sédentaires trouverait des avenues prometteuses de solutions par l'exercice aigu. En effet, Katzmarzyk, Healy, Dunstan et leurs collègues ont démontré qu'être très souvent debout était associé à une diminution de la mortalité. De même, ils ont remarqué que de fréquentes interruptions des périodes prolongées à adopter des comportements sédentaires étaient associées à une amélioration du métabolisme du glucose (Dunstan, Kingwell, et al., 2012; Healy, Dunstan, Salmon, Cerin, et al., 2008; Peter T. Katzmarzyk, 2013). Nos résultats appuient donc le fait que faire de l'exercice musculaire permettrait à des hommes âgés sarcopéniques d'être plus souvent debout et de passer plus de temps à faire des activités à intensité modérée après une séance d'exercice.

5.3 EFFETS CHRONIQUES DE L'ENTRAÎNEMENT MUSCULAIRE

Les 16 semaines d'entraînement en résistance musculaire ont eu de nombreux effets positifs : on a pu observer une diminution du pourcentage de masse grasse avec une tendance à la baisse de la masse grasse totale, une augmentation de la masse musculaire appendiculaire avec une tendance à la hausse de son indice, une augmentation de la masse maigre et de l'indice de masse musculaire total, une augmentation de la force des membres inférieurs avec une très forte tendance de celle des membres supérieurs, ainsi qu'une augmentation du score du PASE. Ces effets de l'entraînement sont déjà très reconnus par la littérature scientifique : l'exercice favorise des changements bénéfiques de la composition corporelle en diminuant la masse grasse et en augmentant la masse maigre et la force. Ces effets influencent positivement l'état et la fonctionnalité des individus sarcopéniques.

De plus, l'absence de différence entre une journée avec exercice et une journée sans à la fin des 16 semaines d'entraînement musculaire contre résistance impliquerait que cette tendance à être moins souvent assis, plus régulièrement debout, à accomplir plus fréquemment des activités d'intensité modérée et à dépenser plus d'énergie, ne se limiterait plus à la seule journée où l'on fait de l'exercice. Elle aurait également tendance à se généraliser à des journées où l'individu ne s'entraîne même pas. L'entraînement physique serait donc bien un catalyseur de changements qui agirait à la fois pendant une journée d'exercice et finirait, à la longue, par agir en tout temps.

De même, on a pu relever une augmentation du compte d'activités (mesure à partir de laquelle est dérivé le calcul de la DÉAP fournie par l'Actical), ainsi qu'une diminution significative de la dépense énergétique liée aux activités sédentaires (ce qui confirme la deuxième partie de notre troisième hypothèse). L'entraînement a donc un effet chronique sur la diminution des comportements sédentaires et sur l'augmentation des activités ambulatoires et spontanées. Ce constat ne fait que souligner un fait : les efforts déjà fournis concernant la promotion de l'activité physique ne sont certainement pas vains, et l'accent doit être mis sur la régularité de la pratique. Cette dernière peut être une sérieuse avenue de solutions pour la prévention des comportements sédentaires et contrer la diminution de la dépense énergétique d'activités physiques chez des personnes âgées sarcopéniques. Elle les « pousserait » à être moins souvent assis et à accomplir davantage d'activités spontanées.

5.4 FATIGUE, SARCOPÉNIE ET ENTRAÎNEMENT

La plus faible proportion des comportements sédentaires et la plus grande proportion des activités à intensité modérée en aigü pendant la journée avec exercice comparativement à la journée sans exercice, ainsi que la diminution de la DÉAP des comportements sédentaires après les 16 semaines d'entraînement musculaire contre

résistance, semblent sous-entendre une diminution de la fatigue chez les individus sarcopéniques. Un regard physiologique est posé dans les paragraphes suivants pour éclaircir ce point.

On observe une diminution progressive de la consommation maximale d'oxygène de l'ordre de 10 % par décennie après l'âge de 30 ans (Dehn & Bruce, 1972). Parallèlement, la sarcopénie est associée à une diminution de la masse et de la force musculaire, de la capacité aérobie, de la capacité fonctionnelle et physique ainsi que d'une augmentation de la fatigue (Fielding et al., 2011; Hughes et al., 2001; Tisdale, 2009). La fatigue est définie comme une lassitude physique ou mentale, résultant d'un effort que l'individu ne peut soutenir à une même intensité et qui a pour conséquence une détérioration de la performance (Evans & Lambert, 2007).

Le seuil anaérobie se situe généralement à 60 % de la VO₂max ; seuil à partir duquel la filière aérobie n'arrive plus à répondre aux besoins d'ATP (nécessitant de l'oxygène) et auquel est déclenchée la filière anaérobie lactique (produisant du lactate et des protons H⁺) (Davis, Vodak, Wilmore, Vodak, & Kurtz, 1976). De manière générale, les individus semblent se placer autour de 45% de la VO₂max lorsqu'il leur est demandé de fournir un effort conséquent de manière prolongée (de 1 à 2 h), tout comme les activités de base de la vie quotidienne (W. J. Evans, Winsmann, Pandolf, & Goldman, 1980). Ceci implique que pour tout individu ayant une capacité aérobie amoindrie, comme il se pourrait que ce soit le cas d'un individu sarcopénique, la plupart des activités de base de la vie quotidienne requière une intensité au-dessus du seuil anaérobie et provoque une fatigue accrue (Evans & Lambert, 2007). Il est donc facile de comprendre pourquoi les activités physiques, si simples soient-elles, vont conduire à une sensation de fatigue et d'épuisement chez des individus porteurs de sarcopénie. De même, une perte de force musculaire est associée à la sarcopénie (Fielding et al., 2011). Cette perte de force signifie que pour une même charge donnée (soulever un sac d'épicerie lourd, etc.), l'individu sarcopénique va se situer à un plus haut pourcentage de sa force maximale. Si le pourcentage de la force est plus

grand, alors le nombre de répétitions maximales sera plus petit et la vitesse de contraction diminuera : ceci engendra inéluctablement une sensation de fatigue qui, à plus long terme diminuera l'endurance (Evans & Lambert, 2007). Ceci pourrait s'expliquer par certains processus physiopathologiques mis en cause dans la genèse de la fatigue chronique qui peut s'installer au fur et à mesure chez les individus sarcopéniques.

La perte d'appétit et l'anorexie physiologique associées à l'âge et aux maladies chroniques peuvent engendrer une diminution de l'apport énergétique et entraîner des déficiences nutritionnelles (Morley, 2001). Or, une déficience en vitamine D est associée à une faiblesse musculaire, une atrophie des fibres de type 2, une diminution de la performance physique et à une accélération de la sarcopénie (Pfeifer, Begerow, & Minne, 2002; Sinha, Hollingsworth, Ball, & Cheetham, 2013; Visser, Deeg, & Lips, 2003; Wicherts et al., 2007); ce qui peut engendrer de la fatigue (Evans & Lambert, 2007). De même, des déficiences en protéines peuvent entraîner une diminution des niveaux de phosphate à haute énergie dans la cellule musculaire, une diminution des éléments de la fonction contractile (actine myosine, troponine, tropomyosine, etc.) ainsi qu'une diminution de la fonction musculaire et de la capacité fonctionnelle, qui conjointement, peuvent engendrer fatigue et épuisement (Bissonnette, Madapallimatam, & Jeejeebhoy, 1997; A. Thompson et al., 1998). Une déficience en fer due à une malnutrition peut également provoquer une diminution du transport de l'oxygène et du $VO_2\text{max}$, une réduction du statut fonctionnel et de la capacité de travailler, pour ainsi alimenter une certaine fatigue chronique (Cook, Skikne, & Baynes, 1994). En outre, à l'effort supra-maximal, on peut également observer que la déplétion des stocks de glycogène coïncide avec l'apparition de la fatigue (Bergstrom, Hermansen, Hultman, & Saltin, 1967; Bergstrom & Hultman, 1966), apparition qui pourrait se faire nettement plus rapidement chez les individus porteurs du syndrome de la sarcopénie.

La composition en fibres musculaires est également impliquée dans l'apparition de la fatigue. En effet, les fibres de type 2 sont les fibres qui génèrent le plus de force et de puissance. Or, la perte de masse musculaire caractéristique de la sarcopénie est essentiellement due à la diminution de la taille des fibres de type 2 (Nilwik et al., 2013). De même, le recrutement adéquat des unités motrices disponibles pour la contraction vont permettre un bon fonctionnement musculaire. Or, la sarcopénie est associée à une incapacité de recrutement des unités motrices disponibles pour la contraction, altérant ainsi la force, la puissance et la constance de cette dernière (Evans & Lambert, 2007). Par ailleurs, il se pourrait que la fatigue soit due à des déficiences d'activations musculaires au niveau du couplage excitation-contraction, comme observé chez des individus atteints de sclérose en plaque (Kent-Braun et al., 1997; Kent-Braun, Sharma, Miller, & Weiner, 1994). De plus, l'inflammation chronique qui s'installe lors de la sarcopénie est également impliquée dans la fatigue : IL-6 et TNF- α sont directement impliquées dans la protéolyse musculaire et sont associés à la perte de masse musculaire ainsi qu'à une diminution de la force (J. W. Albright & Albright, 2000; Schaap et al., 2009; Visser, Pahor, et al., 2002). Enfin, l'augmentation de l'infiltration de gras intramusculaire associée à l'âge pourrait certainement jouer un rôle dans le processus de fatigue (Borkan, Hulth, Gerzof, Robbins, & Silbert, 1983; Cree et al., 2004; Gallagher et al., 2005; Nakagawa et al., 2007; Overend, Cunningham, Paterson, & Lefcoe, 1992). En effet, il a été démontré qu'elle est associée à une diminution de la force, de la capacité fonctionnelle et de la performance physique chez les personnes âgées (Goodpaster et al., 2001; Hicks et al., 2005a, 2005b; Visser, Kritchevsky, et al., 2002). Elle est même un prédicteur de limitation fonctionnelle (Visser et al., 2005), ce qui pourrait être associée à de la fatigue.

Si un parallèle est effectué avec la liste précédemment énumérée concernant les effets de l'entraînement musculaire chez les personnes âgées, on remarquera très rapidement que l'entraînement influence positivement la plupart des facteurs impliqués dans l'apparition de la fatigue chez des individus sarcopéniques : gains en

force et en puissance musculaires (Beltran Valls et al., 2013; Idland et al., 2013; Van Roie et al., 2013), amélioration des facteurs neurologiques impliqués dans la contraction volontaire (Hakkinen, Kraemer, Newton, & Alen, 2001), amélioration du taux de recrutement des unités motrices lors d'une contraction maximale volontaire des muscles (Hunter et al., 2004; Kamen, 2005), augmentation de la synthèse protéique (Kumar et al., 2012; Yarasheski et al., 1993), augmentation de la proportion des cellules satellites permettant la régénération et l'adaptation musculaires (Hunter et al., 2004; McCormick & Thomas, 1992) et amélioration de la capacité fonctionnelle et des capacités oxydatives musculaires (Hood et al., 2011).

Cette explication physiologique des effets de l'entraînement sur la fatigue pourrait donc, en partie du moins, expliquer nos résultats. Bien-sûr, il serait primordial d'examiner les effets concrets de l'entraînement sur la physiologie de la fatigue chez des personnes sarcopéniques afin de vérifier ces hypothèses.

5.5 CRITIQUE DU TRAVAIL

Il est à mentionner que notre étude a ses limites : en effet, notre échantillon est très petit ; il est donc difficile à ce stade de généraliser nos résultats. De même, comme stipulé précédemment, les mesures de la journée sans exercice ont été faites le lendemain d'une journée avec exercice : il se pourrait que la fatigue accrue ait exacerbé certaines des mesures, comme celle des comportements sédentaires. On peut toutefois souligner que les conditions étaient les mêmes avant et après l'intervention et que donc, les différences qui ont disparu après l'intervention sont réelles. De même, l'ensemble de nos participants n'a pas commencé l'intervention en entraînement musculaire en même temps : en effet, deux participants ont commencé en février et trois en début mars (fin de saison hivernale), alors qu'un participant a commencé au mois de mai (fin de la saison printanière). Or il a été démontré que les saisons ont une grande influence sur la pratique d'activités physiques, spécialement

dans les pays où les hivers sont plus froids (Gracia-Marco et al., 2013; O'Connell et al., 2013). Nous ne pouvons exclure qu'un effet de saison ait pu influencer nos résultats.

Au niveau méthodologique, il se peut que le changement de durée des mesures de la DÉAP et des comportements sédentaires (2 jours au lieu de 3 pour le journal d'activités physiques, et 2 jours au lieu de 7 pour l'Actical) ait eu une influence sur les résultats. En ce sens, on pourrait nous reprocher un certain biais de validité lié à ce changement de durées pour lesquelles les outils ont été validés. Cependant, il est à mentionner que nous n'avons pas cherché à obtenir une estimation de la DÉAP moyenne quotidienne à l'aide de l'Actical et du journal d'activités physiques, mesure pour laquelle les outils ont été validés. Au contraire, nous voulions obtenir deux mesures précises des comportements sédentaires et de la DÉAP lors d'une journée avec exercice et lors d'une journée sans. Bien que cette manière de procéder n'ait pas encore été validée, elle semblait être le seul moyen dont nous disposions pour effectuer des mesures plus précises. Nous aurions pu cependant, afin d'éviter tout changement de comportements des participants qui se savent évalués, déterminer une période de familiarisation avant et après intervention lors des mesures avec l'Actical et le JAP afin d'obtenir des résultats au plus près de la réalité.

En ce qui concerne les caractéristiques initiales des participants, on peut observer que bien que leur IMC soit environ égal à 26 kg/m^2 , le pourcentage de masse grasse des hommes participants avoisine les 30%. Un pourcentage aussi élevé de masse grasse sous-entend une certaine forme d'obésité qui pourrait influencer négativement les résultats obtenus. Levine et son équipe ont démontré que les personnes en surpoids et obèses ont des patrons comportementaux caractéristiques différents de personnes normo-pondérés ; à savoir qu'elles passent plus de temps à être assises et moins de temps à être debout, et ce même si elles perdent du poids et que les personnes de poids normal en prennent (Levine et al., 2005). Nos résultats préliminaires nous envoient donc dans une direction différente : l'entraînement

pourrait être un moyen de changer les patrons comportementaux individuels, et ce même chez des personnes obèses. L'obésité due aux 30% de masse grasse ne serait donc pas un biais mais bien une nouvelle piste à explorer afin de mieux comprendre comment l'entraînement peut emmener un individu, même obèse, à changer ces patrons comportementaux (être plus souvent debout, moins longtemps assis, etc).

Au niveau de l'intervention, il se pourrait également que la prise d'une collation protéinée post-exercice ait eu une certaine influence sur les résultats obtenus. Étant donné que la taille de l'échantillon est petite, il est difficile pour nous de voir si la supplémentation en protéine est corrélée aux changements ayant eu lieu après les 16 semaines d'entraînement. Cependant, une étude faite chez des femmes pourrait nous donner une idée et nous conforter dans le fait qu'il se pourrait que la supplémentation n'ait pas eu d'interactions avec les résultats obtenus. Une étude menée auprès de femmes d'âge moyen a démontré que la prise d'une supplémentation en protéines après une séance d'exercice en résistance musculaire n'a pas affectée leur dépense énergétique totale (Benton & Swan, 2007). Il se pourrait qu'il en ait été de même pour les participants de notre étude. Cette hypothèse reste quand même à vérifier.

Fait notable, nous avons pu détecter des différences d'un tel ordre avec un petit échantillon. Il est raisonnable de penser que les résultats seraient reproductibles dans une cohorte plus grande. Il s'agit de la première étude longitudinale, bien que préliminaire, avec une intervention en entraînement musculaire (devis avant-après) qui observe les effets de ce dernier sur les comportements sédentaires du reste de la journée et l'évolution de la dépense énergétique d'activités physiques. Il s'agit également d'une étude qui révèle que l'entraînement aigu est associé à une augmentation de l'activité physique spontanée (compte d'activités), du temps passé en station debout, du temps et de l'énergie dépensés à faire des activités à intensité modérée, et de la dépense énergétique d'activités physiques de manière globale. Nos résultats préliminaires indiquent aussi que l'entraînement chronique a un effet sur la

diminution des comportements sédentaires et sur l'augmentation de l'activité physique spontanée. Il s'agit de la première à envisager l'entraînement comme une intervention en soi pouvant pallier à la nouvelle problématique de santé que sont les comportements sédentaires. Enfin, les mesures complémentaires des comportements sédentaires, d'activités de différentes intensités et de la dépense énergétique d'activités physiques effectuées par le journal d'activités physiques et l'Actical viennent renforcer les résultats obtenus.

5.6 TRAVAUX FUTURS ET PERSPECTIVES DU DOMAINE DE RECHERCHE

La problématique des comportements sédentaires n'a été soulevée que depuis une dizaine d'années ; beaucoup reste à élucider plus en détail : quels sont les mécanismes physiologiques, cellulaires et moléculaires précis que déclenchent les comportements sédentaires, quel sont leurs déterminants à court et à plus long terme, quels sont les effets de différents types d'interventions sur ces derniers, etc. Le même type d'étude pourrait être mené chez une population en santé, d'hommes et de femmes pour en mesurer les différences liées au genre, dont la moitié pourrait commencer en automne-hiver et l'autre en printemps-été. Les mesures pourraient se faire sur trois jours : une journée sans exercice avant, une journée avec exercice, et une journée sans après. Mais encore, observer les effets de l'entraînement sur l'évolution de la DÉAP et des comportements sédentaires du reste de la journée pourrait avoir toute sa pertinence auprès d'une population obèse. En effet, on peut noter un certain patron comportemental à tendance sédentaire chez cette population, voire même avec des obèses sarcopéniques, chez qui l'enjeu de la sédentarité est triple. Il serait également intéressant de voir comment d'autres modalités d'entraînement agiraient sur les comportements sédentaires et sur la DÉAP du reste de la journée, comme par exemple l'entraînement de type aérobie ou par intervalle, ou encore un entraînement mixte (composé d'exercices musculaires et d'endurance). Il se pourrait que ces effets soient encore plus perceptibles.

Physiologiquement, on pourrait tenter de voir comment l'entraînement chez des humains et chez des rats agit sur l'orexine (neuropeptide associé à l'excitation) qui a la capacité de stimuler les activités physiques spontanées par l'intermédiaire de l'hypothalamus. Les perspectives de recherches sont donc multiples : épidémiologiques et populationnelles, cliniques et médicales, physiologiques, etc. Les conséquences sur la santé de la population pourraient être majeures si ces données probantes venaient à être confirmées par une étude longitudinale de cohorte avec intervention.

CONCLUSION

Au vu de la nouvelle problématique de santé que sont les comportements sédentaires, la motivation première de cette étude consistait à vérifier quels sont les effets d'une séance d'exercice musculaire sur la dépense énergétique d'activités physiques et sur les comportements sédentaires du reste de la journée lors d'une journée avec et sans exercice, ainsi que de vérifier la persistance de ces effets après 16 semaines d'intervention en entraînement musculaire. Nous cherchions ainsi à ne pas créer l'effet inverse des améliorations escomptées. En effet, induire une augmentation des activités sédentaires lors de l'initiation à une séance d'exercice musculaire chez des personnes âgées sarcopéniques est loin d'être le but recherché. Celles-ci étant plus fatigables, le risque est de favoriser une diminution de la dépense énergétique d'activités physiques et exacerber le déséquilibre journalier de la balance énergétique.

Lors de la journée avec exercice, les individus avaient tendance à être moins souvent assis et allongés, étaient plus souvent debout, ont passé plus de temps et d'énergie à faire des activités d'intensité modérée et ont dépensé plus d'énergie tout au long de la journée comparativement à la journée sans exercice. En aigü, l'exercice favorise donc l'adoption de comportements actifs et a tendance à réduire la proportion des comportements sédentaires et la proportion de la dépense énergétiques d'activités sédentaires.

Après l'intervention, l'absence de différences significatives entre une journée avec exercice et une journée sans exercice nous révèle que les effets de l'entraînement pourraient s'être généralisés au quotidien de l'individu, de telle sorte à ce qu'il « s'active » plus, même les journées où il ne pratique d'exercice physique.

De manière chronique, l'entraînement musculaire de 16 semaines a été associé à l'augmentation du compte d'activités ; il a donc favorisé la « bougeotte » ou l'activité physique spontanée et réduit de manière significative la dépense énergétique liée aux activités sédentaires. Après 16 semaines d'entraînement, les individus sarcopéniques ont eu tendance à plus bouger et s'asseoir moins souvent et moins longtemps.

Cette étude vient appuyer davantage la réalité que l'adhérence et la persévérance à un entraînement contre résistance musculaire sur une base régulière, pourrait être une intervention de choix dans la lutte contre la sédentarité. En raison de sa facilité d'exécution, l'entraînement contre résistance musculaire pourrait être un bon moyen pour permettre aux personnes âgées sarcopéniques de faire de l'activité physique de manière sécuritaire à court terme et d'y adhérer à plus long terme. L'aspect novateur de cette approche est de proposer l'entraînement et l'activité physique mêmes comme une intervention de première ligne contre la sédentarité et ainsi favoriser un meilleur équilibre de la balance énergétique. Ceci pourrait également prévenir un gain de masse grasse néfaste pour les individus sarcopéniques. Fait intéressant, l'étude vient parallèlement réfuter la croyance générale voulant que les personnes âgées à qui l'on recommande de suivre un entraînement musculaire diminuent en retour leur dépense énergétique d'activités physiques en dehors des séances d'exercice physique.

RÉFÉRENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

- Abe, T., Kearns, C. F., & Sato, Y. (2006). Muscle size and strength are increased following walk training with restricted venous blood flow from the leg muscle, Kaatsu-walk training. *J Appl Physiol*, 100(5), 1460-1466.
- ACSM. (2006). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription* (7th ed.). Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.
- Ades, P. A., Savage, P. D., Brochu, M., Tischler, M. D., Lee, N. M., & Poehlman, E. T. (2005). Resistance training increases total daily energy expenditure in disabled older women with coronary heart disease. *J Appl Physiol* (1985), 98(4), 1280-1285.
- Ainsworth, B. E., Haskell, W. L., Leon, A. S., Jacobs, D. R., Jr., Montoye, H. J., Sallis, J. F., & Paffenbarger, R. S., Jr. (1993). Compendium of physical activities: classification of energy costs of human physical activities. *Med Sci Sports Exerc*, 25(1), 71-80.
- Ainsworth, B. E., Haskell, W. L., Whitt, M. C., Irwin, M. L., Swartz, A. M., Strath, S. J., . . . Leon, A. S. (2000). Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities. *Med Sci Sports Exerc*, 32(9 Suppl), S498-504.
- Albright, A., Franz, M., Hornsby, G., Kriska, A., Marrero, D., Ullrich, I., & Verity, L. S. (2000). American College of Sports Medicine position stand. Exercise and type 2 diabetes. *Med Sci Sports Exerc*, 32(7), 1345-1360.
- Albright, J. W., & Albright, J. F. (2000). Soluble receptors and other substances that regulate proinflammatory cytokines in young and aging humans. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 55(1), B20-25.
- Allen, R. E., & Rankin, L. L. (1990). Regulation of satellite cells during skeletal muscle growth and development. *Proc Soc Exp Biol Med*, 194(2), 81-86.
- Ament, W., & Verkerke, G. J. (2009). Exercise and fatigue. *Sports Med*, 39(5), 389-422.
- APOP. (2008). *Activité physique et obésité de l'enfant: bases pour une prescription adaptée* (Dicom ed.): Ministère de la Santé, de la Jeunesse, des Sports et de la Vie Associative.

- Arciero, P. J., Smith, D. L., & Calles-Escandon, J. (1998). Effects of short-term inactivity on glucose tolerance, energy expenditure, and blood flow in trained subjects. *J Appl Physiol*, *84*(4), 1365-1373.
- Balboa-Castillo, T., Leon-Munoz, L. M., Graciani, A., Rodriguez-Artalejo, F., & Guallar-Castillon, P. (2011). Longitudinal association of physical activity and sedentary behavior during leisure time with health-related quality of life in community-dwelling older adults. *Health Qual Life Outcomes*, *9*, 47.
- Barazzoni, R., Short, K. R., & Nair, K. S. (2000). Effects of aging on mitochondrial DNA copy number and cytochrome c oxidase gene expression in rat skeletal muscle, liver, and heart. *J Biol Chem*, *275*(5), 3343-3347.
- Bartholomew, J. B., Morrison, D., & Ciccolo, J. T. (2005). Effects of acute exercise on mood and well-being in patients with major depressive disorder. *Med Sci Sports Exerc*, *37*(12), 2032-2037.
- Baumgartner, R. N., Koehler, K. M., Gallagher, D., Romero, L., Heymsfield, S. B., Ross, R. R., . . . Lindeman, R. D. (1998). Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. *Am J Epidemiol*, *147*(8), 755-763.
- Beltran Valls, M. R., Dimauro, I., Brunelli, A., Tranchita, E., Ciminelli, E., Caserotti, P., . . . Caporossi, D. (2013). Explosive type of moderate-resistance training induces functional, cardiovascular, and molecular adaptations in the elderly. *Age (Dordr)*.
- Benton, M. J., & Swan, P. D. (2007). Effect of protein ingestion on energy expenditure and substrate utilization after exercise in middle-aged women. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, *17*(6), 544-555.
- Bergstrom, J., Hermansen, L., Hultman, E., & Saltin, B. (1967). Diet, muscle glycogen and physical performance. *Acta Physiol Scand*, *71*(2), 140-150.
- Bergstrom, J., & Hultman, E. (1966). Muscle glycogen synthesis after exercise: an enhancing factor localized to the muscle cells in man. *Nature*, *210*(5033), 309-310.
- Bertrais, S., Beyeme-Ondoua, J. P., Czernichow, S., Galan, P., Hercberg, S., & Oppert, J. M. (2005). Sedentary behaviors, physical activity, and metabolic syndrome in middle-aged French subjects. *Obes Res*, *13*(5), 936-944.
- Bey, L., & Hamilton, M. T. (2003). Suppression of skeletal muscle lipoprotein lipase activity during physical inactivity: a molecular reason to maintain daily low-intensity activity. *J Physiol*, *551*(Pt 2), 673-682.
- Bibeau, W. S., Moore, J. B., Mitchell, N. G., Vargas-Tonsing, T., & Bartholomew, J. B. (2010). Effects of acute resistance training of different intensities and rest periods on anxiety and affect. *J Strength Cond Res*, *24*(8), 2184-2191.
- Biddle, S. J. (2007). Sedentary behavior. *Am J Prev Med*, *33*(6), 502-504.

- Biddle, S. J., Gorely, T., Marshall, S. J., Murdey, I., & Cameron, N. (2004). Physical activity and sedentary behaviours in youth: issues and controversies. *J R Soc Promot Health, 124*(1), 29-33.
- Bielemann, R. M., Martinez-Mesa, J., & Gigante, D. P. (2013). Physical activity during life course and bone mass: a systematic review of methods and findings from cohort studies with young adults. *BMC Musculoskelet Disord, 14*, 77.
- Bissonnette, D. J., Madapallimatam, A., & Jeejeebhoy, K. N. (1997). Effect of hypoenergetic feeding and high-carbohydrate refeeding on muscle tetanic tension, relaxation rate, and fatigue in slow- and fast-twitch muscles in rats. *Am J Clin Nutr, 66*(2), 293-303.
- Blanck, H. M., McCullough, M. L., Patel, A. V., Gillespie, C., Calle, E. E., Cokkinides, V. E., . . . Serdula, M. K. (2007). Sedentary behavior, recreational physical activity, and 7-year weight gain among postmenopausal U.S. women. *Obesity (Silver Spring), 15*(6), 1578-1588.
- Borkan, G. A., Hulth, D. E., Gerzof, S. G., Robbins, A. H., & Silbert, C. K. (1983). Age changes in body composition revealed by computed tomography. *J Gerontol, 38*(6), 673-677.
- Bouchard, C., Tremblay, A., Despres, J. P., Nadeau, A., Lupien, P. J., Theriault, G., . . . Fournier, G. (1990). The response to long-term overfeeding in identical twins. *N Engl J Med, 322*(21), 1477-1482.
- Bouchard, C., Tremblay, A., Leblanc, C., Lortie, G., Savard, R., & Theriault, G. (1983). A method to assess energy expenditure in children and adults. *Am J Clin Nutr, 37*(3), 461-467.
- Boudou, P., de Kerviler, E., Erlich, D., Vexiau, P., & Gautier, J. F. (2001). Exercise training-induced triglyceride lowering negatively correlates with DHEA levels in men with type 2 diabetes. *Int J Obes Relat Metab Disord, 25*(8), 1108-1112.
- Brochu, M., Starling, R. D., Ades, P. A., & Poehlman, E. T. (1999). Are aerobically fit older individuals more physically active in their free-living time? A doubly labeled water approach. *J Clin Endocrinol Metab, 84*(11), 3872-3876.
- Brooks, N., Butte, N. F., Rand, W. M., Flatt, J. P., & Caballero, B. (2004). Chronicle of the Institute of Medicine physical activity recommendation: how a physical activity recommendation came to be among dietary recommendations. *Am J Clin Nutr, 79*(5), 921S-930S.
- Brooks, N., Layne, J. E., Gordon, P. L., Roubenoff, R., Nelson, M. E., & Castaneda-Sceppa, C. (2007). Strength training improves muscle quality and insulin sensitivity in Hispanic older adults with type 2 diabetes. *Int J Med Sci, 4*(1), 19-27.

- Brown, W. J., Bauman, A. E., & Owen, N. (2009). Stand up, sit down, keep moving: turning circles in physical activity research? *Br J Sports Med*, *43*(2), 86-88.
- Burchfiel, C. M., Sharp, D. S., Curb, J. D., Rodriguez, B. L., Hwang, L. J., Marcus, E. B., & Yano, K. (1995). Physical activity and incidence of diabetes: the Honolulu Heart Program. *Am J Epidemiol*, *141*(4), 360-368.
- Butterick, T. A., Billington, C. J., Kotz, C. M., & Nixon, J. P. (2013). Orexin: Pathways to obesity resistance? *Rev Endocr Metab Disord*.
- Candow, D. G., & Burke, D. G. (2007). Effect of short-term equal-volume resistance training with different workout frequency on muscle mass and strength in untrained men and women. *J Strength Cond Res*, *21*(1), 204-207.
- Caspersen, C. J., & Merritt, R. K. (1995). Physical activity trends among 26 states, 1986-1990. *Med Sci Sports Exerc*, *27*(5), 713-720.
- Caspersen, C. J., Powell, K. E., & Christenson, G. M. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Rep*, *100*(2), 126-131.
- Castaneda, C., Layne, J. E., Munoz-Orians, L., Gordon, P. L., Walsmith, J., Foldvari, M., . . . Nelson, M. E. (2002). A randomized controlled trial of resistance exercise training to improve glycemic control in older adults with type 2 diabetes. *Diabetes Care*, *25*(12), 2335-2341.
- CDC. (1996). Summary of the Surgeon General's report addressing physical activity and health. *Nutr Rev*, *54*(9), 280-284.
- CDC. (2005). Adult participation in recommended levels of physical activity--United States, 2001 and 2003. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*, *54*(47), 1208-1212.
- Chang, P. C., Li, T. C., Wu, M. T., Liu, C. S., Li, C. I., Chen, C. C., . . . Lin, C. C. (2008). Association between television viewing and the risk of metabolic syndrome in a community-based population. *BMC Public Health*, *8*, 193.
- Chrysohoou, C., Tsitsinakis, G., Vogiatzis, I., Cherouveim, E., Antoniou, C., Tsiantilas, A., . . . Stefanadis, C. (2013). High intensity, interval exercise improves Quality of Life of patients with chronic heart failure: a randomized controlled trial. *QJM*.
- Church, T. S., Earnest, C. P., Skinner, J. S., & Blair, S. N. (2007). Effects of different doses of physical activity on cardiorespiratory fitness among sedentary, overweight or obese postmenopausal women with elevated blood pressure: a randomized controlled trial. *Jama*, *297*(19), 2081-2091.
- Cohn, S. H., Vartsky, D., Yasumura, S., Sawitsky, A., Zanzi, I., Vaswani, A., & Ellis, K. J. (1980). Compartmental body composition based on total-body nitrogen, potassium, and calcium. *Am J Physiol*, *239*(6), E524-530.
- Conn, V. S., Hafdahl, A. R., & Brown, L. M. (2009). Meta-analysis of quality-of-life outcomes from physical activity interventions. *Nurs Res*, *58*(3), 175-183.

- Cononie, C. C., Graves, J. E., Pollock, M. L., Phillips, M. I., Sumners, C., & Hagberg, J. M. (1991). Effect of exercise training on blood pressure in 70- to 79-yr-old men and women. *Med Sci Sports Exerc*, 23(4), 505-511.
- Cook, J. D., Skikne, B. S., & Baynes, R. D. (1994). Iron deficiency: the global perspective. *Adv Exp Med Biol*, 356, 219-228.
- Cooney, G. M., Dwan, K., Greig, C. A., Lawlor, D. A., Rimer, J., Waugh, F. R., . . . Mead, G. E. (2013). Exercise for depression. *Cochrane Database Syst Rev*, 9, CD004366.
- Cortopassi, G. A., Shibata, D., Soong, N. W., & Arnheim, N. (1992). A pattern of accumulation of a somatic deletion of mitochondrial DNA in aging human tissues. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 89(16), 7370-7374.
- Craft, L. L., Zderic, T. W., Gapstur, S. M., Vaniterson, E. H., Thomas, D. M., Siddique, J., & Hamilton, M. T. (2012). Evidence that women meeting physical activity guidelines do not sit less: an observational inclinometry study. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 9, 122.
- Cree, M. G., Newcomer, B. R., Katsanos, C. S., Sheffield-Moore, M., Chinkes, D., Aarsland, A., . . . Wolfe, R. R. (2004). Intramuscular and liver triglycerides are increased in the elderly. *J Clin Endocrinol Metab*, 89(8), 3864-3871.
- Crouter, S. E., Churilla, J. R., & Bassett, D. R., Jr. (2006). Estimating energy expenditure using accelerometers. *Eur J Appl Physiol*, 98(6), 601-612.
- Darr, K. C., & Schultz, E. (1987). Exercise-induced satellite cell activation in growing and mature skeletal muscle. *J Appl Physiol*, 63(5), 1816-1821.
- Davis, J. A., Vodak, P., Wilmore, J. H., Vodak, J., & Kurtz, P. (1976). Anaerobic threshold and maximal aerobic power for three modes of exercise. *J Appl Physiol*, 41(4), 544-550.
- de Vilhena e Santos, D. M., Katzmarzyk, P. T., Seabra, A. F., & Maia, J. A. (2012). Genetics of physical activity and physical inactivity in humans. *Behav Genet*, 42(4), 559-578.
- Dehn, M. M., & Bruce, R. A. (1972). Longitudinal variations in maximal oxygen intake with age and activity. *J Appl Physiol*, 33(6), 805-807.
- Dellava, J. E., & Hoffman, D. J. (2009). Validity of resting energy expenditure estimated by an activity monitor compared to indirect calorimetry. *Br J Nutr*, 102(1), 155-159.
- Department of Health and Human Services, U. (2009). Physical Activity Guidelines Advisory Committee report, 2008. To the Secretary of Health and Human Services. Part A: executive summary. *Nutr Rev*, 67(2), 114-120.
- Dunstan, D. W., Barr, E. L., Healy, G. N., Salmon, J., Shaw, J. E., Balkau, B., . . . Owen, N. (2010). Television viewing time and mortality: the Australian

- Diabetes, Obesity and Lifestyle Study (AusDiab). *Circulation*, 121(3), 384-391.
- Dunstan, D. W., Howard, B., Healy, G. N., & Owen, N. (2012). Too much sitting--a health hazard. *Diabetes Res Clin Pract*, 97(3), 368-376.
- Dunstan, D. W., Kingwell, B. A., Larsen, R., Healy, G. N., Cerin, E., Hamilton, M. T., . . . Owen, N. (2012). Breaking up prolonged sitting reduces postprandial glucose and insulin responses. *Diabetes Care*, 35(5), 976-983.
- Dunstan, D. W., Salmon, J., Owen, N., Armstrong, T., Zimmet, P. Z., Welborn, T. A., . . . Shaw, J. E. (2004). Physical activity and television viewing in relation to risk of undiagnosed abnormal glucose metabolism in adults. *Diabetes Care*, 27(11), 2603-2609.
- Dunstan, D. W., Salmon, J., Owen, N., Armstrong, T., Zimmet, P. Z., Welborn, T. A., . . . Shaw, J. E. (2005). Associations of TV viewing and physical activity with the metabolic syndrome in Australian adults. *Diabetologia*, 48(11), 2254-2261.
- Dunstan, D. W., Thorp, A. A., & Healy, G. N. (2011). Prolonged sitting: is it a distinct coronary heart disease risk factor? *Curr Opin Cardiol*, 26(5), 412-419.
- Durnin, J. V., & Passmore, R. (1967). *Energy work and leisure* (Vol. 165). London: William Heinemann, Medical Books.
- Durstine, J. L., Grandjean, P. W., Cox, C. A., & Thompson, P. D. (2002). Lipids, lipoproteins, and exercise. *J Cardiopulm Rehabil*, 22(6), 385-398.
- Durstine, J. L., Grandjean, P. W., Davis, P. G., Ferguson, M. A., Alderson, N. L., & DuBose, K. D. (2001). Blood lipid and lipoprotein adaptations to exercise: a quantitative analysis. *Sports Med*, 31(15), 1033-1062.
- Edwardson, C. L., Gorely, T., Davies, M. J., Gray, L. J., Khunti, K., Wilmot, E. G., . . . Biddle, S. J. (2012). Association of sedentary behaviour with metabolic syndrome: a meta-analysis. *PLoS One*, 7(4), e34916.
- Ekelund, U., Brage, S., Froberg, K., Harro, M., Anderssen, S. A., Sardinha, L. B., . . . Andersen, L. B. (2006). TV viewing and physical activity are independently associated with metabolic risk in children: the European Youth Heart Study. *PLoS Med*, 3(12), e488.
- Ekelund, U., Brage, S., Griffin, S. J., & Wareham, N. J. (2009). Objectively measured moderate- and vigorous-intensity physical activity but not sedentary time predicts insulin resistance in high-risk individuals. *Diabetes Care*, 32(6), 1081-1086.
- Esmarck, B., Andersen, J. L., Olsen, S., Richter, E. A., Mizuno, M., & Kjaer, M. (2001). Timing of postexercise protein intake is important for muscle

- hypertrophy with resistance training in elderly humans. *J Physiol*, 535(Pt 1), 301-311.
- Eston, R., & Evans, H. J. (2009). The validity of submaximal ratings of perceived exertion to predict one repetition maximum. *J Sports Sci Med*, 8(4), 567-573.
- Evans, & Lambert, C. P. (2007). Physiological basis of fatigue. *Am J Phys Med Rehabil*, 86(1 Suppl), S29-46.
- Evans, W. (1997). Functional and metabolic consequences of sarcopenia. *J Nutr*, 127(5 Suppl), 998S-1003S.
- Evans, W. J. (1996). Reversing sarcopenia: how weight training can build strength and vitality. *Geriatrics*, 51(5), 46-47, 51-43; quiz 54.
- Evans, W. J., Paolisso, G., Abbatecola, A. M., Corsonello, A., Bustacchini, S., Strollo, F., & Lattanzio, F. (2010). Frailty and muscle metabolism dysregulation in the elderly. *Biogerontology*, 11(5), 527-536.
- Evans, W. J., Winsmann, F. R., Pandolf, K. B., & Goldman, R. F. (1980). Self-paced hard work comparing men and women. *Ergonomics*, 23(7), 613-621.
- Ferrando, A. A., Lane, H. W., Stuart, C. A., Davis-Street, J., & Wolfe, R. R. (1996). Prolonged bed rest decreases skeletal muscle and whole body protein synthesis. *Am J Physiol*, 270(4 Pt 1), E627-633.
- Ferrucci, L., Penninx, B. W., Volpato, S., Harris, T. B., Bandeen-Roche, K., Balfour, J., . . . Md, J. M. (2002). Change in muscle strength explains accelerated decline of physical function in older women with high interleukin-6 serum levels. *J Am Geriatr Soc*, 50(12), 1947-1954.
- Fielding, R. A., Vellas, B., Evans, W. J., Bhasin, S., Morley, J. E., Newman, A. B., . . . Zamboni, M. (2011). Sarcopenia: an undiagnosed condition in older adults. Current consensus definition: prevalence, etiology, and consequences. International working group on sarcopenia. *J Am Med Dir Assoc*, 12(4), 249-256.
- Fitzgerald, S. J., Kriska, A. M., Pereira, M. A., & de Courten, M. P. (1997). Associations among physical activity, television watching, and obesity in adult Pima Indians. *Med Sci Sports Exerc*, 29(7), 910-915.
- Fontaine, E., Savard, R., Tremblay, A., Despres, J. P., Poehlman, E., & Bouchard, C. (1985). Resting metabolic rate in monozygotic and dizygotic twins. *Acta Genet Med Gemellol (Roma)*, 34(1-2), 41-47.
- Ford, E. S., Bergmann, M. M., Boeing, H., Li, C., & Capewell, S. (2012). Healthy lifestyle behaviors and all-cause mortality among adults in the United States. *Prev Med*, 55(1), 23-27.
- Ford, E. S., Li, C., Zhao, G., Pearson, W. S., Tsai, J., & Churilla, J. R. (2010). Sedentary behavior, physical activity, and concentrations of insulin among US adults. *Metabolism*, 59(9), 1268-1275.

- Friberg, E., Mantzoros, C. S., & Wolk, A. (2006). Physical activity and risk of endometrial cancer: a population-based prospective cohort study. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*, *15*(11), 2136-2140.
- Friedenreich, C. M., Norat, T., Steindorf, K., Boutron-Ruault, M. C., Pischon, T., Mazuir, M., . . . Riboli, E. (2006). Physical activity and risk of colon and rectal cancers: the European prospective investigation into cancer and nutrition. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*, *15*(12), 2398-2407.
- Friedenreich, C. M., & Orenstein, M. R. (2002). Physical activity and cancer prevention: etiologic evidence and biological mechanisms. *J Nutr*, *132*(11 Suppl), 3456S-3464S.
- Friedrichsen, M., Ribel-Madsen, R., Mortensen, B., Hansen, C. N., Alibegovic, A. C., Hojbjerg, L., . . . Vaag, A. (2012). Muscle inflammatory signaling in response to 9 days of physical inactivity in young men with low compared with normal birth weight. *Eur J Endocrinol*, *167*(6), 829-838.
- Fung, T. T., Hu, F. B., Yu, J., Chu, N. F., Spiegelman, D., Tofler, G. H., . . . Rimm, E. B. (2000). Leisure-time physical activity, television watching, and plasma biomarkers of obesity and cardiovascular disease risk. *Am J Epidemiol*, *152*(12), 1171-1178.
- Gallagher, D., Kuznia, P., Heshka, S., Albu, J., Heymsfield, S. B., Goodpaster, B., . . . Harris, T. B. (2005). Adipose tissue in muscle: a novel depot similar in size to visceral adipose tissue. *Am J Clin Nutr*, *81*(4), 903-910.
- Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., Lee, I. M., . . . Swain, D. P. (2011). American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc*, *43*(7), 1334-1359.
- Gardiner, P. A., Healy, G. N., Eakin, E. G., Clark, B. K., Dunstan, D. W., Shaw, J. E., . . . Owen, N. (2011). Associations between television viewing time and overall sitting time with the metabolic syndrome in older men and women: the Australian Diabetes, Obesity and Lifestyle study. *J Am Geriatr Soc*, *59*(5), 788-796.
- Giada, F., Bertaglia, E., De Piccoli, B., Franceschi, M., Sartori, F., Raviele, A., & Pascotto, P. (1998). Cardiovascular adaptations to endurance training and detraining in young and older athletes. *Int J Cardiol*, *65*(2), 149-155.
- Gierach, G. L., Chang, S. C., Brinton, L. A., Lacey, J. V., Jr., Hollenbeck, A. R., Schatzkin, A., & Leitzmann, M. F. (2009). Physical activity, sedentary behavior, and endometrial cancer risk in the NIH-AARP Diet and Health Study. *Int J Cancer*, *124*(9), 2139-2147.

- Gillison, F. B., Skevington, S. M., Sato, A., Standage, M., & Evangelidou, S. (2009). The effects of exercise interventions on quality of life in clinical and healthy populations; a meta-analysis. *Soc Sci Med*, 68(9), 1700-1710.
- Gomez-Cabello, A., Pedrero-Chamizo, R., Olivares, P. R., Hernandez-Perera, R., Rodriguez-Marroyo, J. A., Mata, E., . . . Vicente-Rodriguez, G. (2012). Sitting time increases the overweight and obesity risk independently of walking time in elderly people from Spain. *Maturitas*, 73(4), 337-343.
- Goodpaster, B. H., Carlson, C. L., Visser, M., Kelley, D. E., Scherzinger, A., Harris, T. B., . . . Newman, A. B. (2001). Attenuation of skeletal muscle and strength in the elderly: The Health ABC Study. *J Appl Physiol* (1985), 90(6), 2157-2165.
- Gormley, S. E., Swain, D. P., High, R., Spina, R. J., Dowling, E. A., Kotipalli, U. S., & Gandrakota, R. (2008). Effect of intensity of aerobic training on VO2max. *Med Sci Sports Exerc*, 40(7), 1336-1343.
- Gracia-Marco, L., Ortega, F. B., Ruiz, J. R., Williams, C. A., Hagstromer, M., Manios, Y., . . . Group, H. S. (2013). Seasonal variation in physical activity and sedentary time in different European regions. The HELENA study. *J Sports Sci*.
- Grontved, A., & Hu, F. B. (2011). Television viewing and risk of type 2 diabetes, cardiovascular disease, and all-cause mortality: a meta-analysis. *JAMA*, 305(23), 2448-2455.
- Guimaraes, G. V., Ciolac, E. G., Carvalho, V. O., D'Avila, V. M., Bortolotto, L. A., & Bocchi, E. A. (2010). Effects of continuous vs. interval exercise training on blood pressure and arterial stiffness in treated hypertension. *Hypertens Res*, 33(6), 627-632.
- Hakkinen, K., Kallinen, M., Izquierdo, M., Jokelainen, K., Lassila, H., Malkia, E., . . . Alen, M. (1998). Changes in agonist-antagonist EMG, muscle CSA, and force during strength training in middle-aged and older people. *J Appl Physiol*, 84(4), 1341-1349.
- Hakkinen, K., Kraemer, W. J., Newton, R. U., & Alen, M. (2001). Changes in electromyographic activity, muscle fibre and force production characteristics during heavy resistance/power strength training in middle-aged and older men and women. *Acta Physiol Scand*, 171(1), 51-62.
- Hamburg, N. M., McMackin, C. J., Huang, A. L., Shenouda, S. M., Widlansky, M. E., Schulz, E., . . . Vita, J. A. (2007). Physical inactivity rapidly induces insulin resistance and microvascular dysfunction in healthy volunteers. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*, 27(12), 2650-2656.
- Hamilton, M. T., Hamilton, D. G., & Zderic, T. W. (2004). Exercise physiology versus inactivity physiology: an essential concept for understanding lipoprotein lipase regulation. *Exerc Sport Sci Rev*, 32(4), 161-166.

- Hamilton, M. T., Hamilton, D. G., & Zderic, T. W. (2007). Role of low energy expenditure and sitting in obesity, metabolic syndrome, type 2 diabetes, and cardiovascular disease. *Diabetes*, *56*(11), 2655-2667.
- Hamilton, M. T., Healy, G. N., Dunstan, D. W., Zderic, T. W., & Owen, N. (2008). Too Little Exercise and Too Much Sitting: Inactivity Physiology and the Need for New Recommendations on Sedentary Behavior. *Curr Cardiovasc Risk Rep*, *2*(4), 292-298.
- Harmer, P. A., & Li, F. (2008). Tai Chi and falls prevention in older people. *Med Sport Sci*, *52*, 124-134.
- Harris, J., & Benedict, F. (1919). *A Biometric Study of Basal Metabolism in Man*. Washington, D.C.: Carnegie Institution: pubL 279, pp. 40-44.
- Haskell, W. L., Lee, I. M., Pate, R. R., Powell, K. E., Blair, S. N., Franklin, B. A., . . . Bauman, A. (2007). Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc*, *39*(8), 1423-1434.
- Hayes, M., Chustek, M., Heshka, S., Wang, Z., Pietrobelli, A., & Heymsfield, S. B. (2005). Low physical activity levels of modern Homo sapiens among free-ranging mammals. *Int J Obes (Lond)*, *29*(1), 151-156.
- Healy, G. N., Dunstan, D. W., Salmon, J., Cerin, E., Shaw, J. E., Zimmet, P. Z., & Owen, N. (2007). Objectively measured light-intensity physical activity is independently associated with 2-h plasma glucose. *Diabetes Care*, *30*(6), 1384-1389.
- Healy, G. N., Dunstan, D. W., Salmon, J., Cerin, E., Shaw, J. E., Zimmet, P. Z., & Owen, N. (2008). Breaks in sedentary time: beneficial associations with metabolic risk. *Diabetes Care*, *31*(4), 661-666.
- Healy, G. N., Dunstan, D. W., Salmon, J., Shaw, J. E., Zimmet, P. Z., & Owen, N. (2008). Television time and continuous metabolic risk in physically active adults. *Med Sci Sports Exerc*, *40*(4), 639-645.
- Healy, G. N., Wijndaele, K., Dunstan, D. W., Shaw, J. E., Salmon, J., Zimmet, P. Z., & Owen, N. (2008). Objectively measured sedentary time, physical activity, and metabolic risk: the Australian Diabetes, Obesity and Lifestyle Study (AusDiab). *Diabetes Care*, *31*(2), 369-371.
- Heil, D. P. (2006). Predicting activity energy expenditure using the Actical activity monitor. *Res Q Exerc Sport*, *77*(1), 64-80.
- Helgerud, J., Hoydal, K., Wang, E., Karlsen, T., Berg, P., Bjerkaas, M., . . . Hoff, J. (2007). Aerobic high-intensity intervals improve VO₂max more than moderate training. *Med Sci Sports Exerc*, *39*(4), 665-671.
- Helmerhorst, H. J., Wijndaele, K., Brage, S., Wareham, N. J., & Ekelund, U. (2009). Objectively measured sedentary time may predict insulin resistance

- independent of moderate- and vigorous-intensity physical activity. *Diabetes*, 58(8), 1776-1779.
- Helmrich, S. P., Ragland, D. R., Leung, R. W., & Paffenbarger, R. S., Jr. (1991). Physical activity and reduced occurrence of non-insulin-dependent diabetes mellitus. *N Engl J Med*, 325(3), 147-152.
- Hicks, G. E., Simonsick, E. M., Harris, T. B., Newman, A. B., Weiner, D. K., Nevitt, M. A., & Tylavsky, F. A. (2005a). Cross-sectional associations between trunk muscle composition, back pain, and physical function in the health, aging and body composition study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 60(7), 882-887.
- Hicks, G. E., Simonsick, E. M., Harris, T. B., Newman, A. B., Weiner, D. K., Nevitt, M. A., & Tylavsky, F. A. (2005b). Trunk muscle composition as a predictor of reduced functional capacity in the health, aging and body composition study: the moderating role of back pain. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 60(11), 1420-1424.
- Hill, J. O., Wyatt, H. R., Reed, G. W., & Peters, J. C. (2003). Obesity and the environment: where do we go from here? *Science*, 299(5608), 853-855.
- Hojbjerre, L., Sonne, M. P., Alibegovic, A. C., Dela, F., Vaag, A., Meldgaard, J. B., . . . Stallknecht, B. (2010). Impact of physical inactivity on subcutaneous adipose tissue metabolism in healthy young male offspring of patients with type 2 diabetes. *Diabetes*, 59(11), 2790-2798.
- Hood, M. S., Little, J. P., Tarnopolsky, M. A., Myslik, F., & Gibala, M. J. (2011). Low-volume interval training improves muscle oxidative capacity in sedentary adults. *Med Sci Sports Exerc*, 43(10), 1849-1856.
- Hooker, S. P., Feeney, A., Hutto, B., Pfeiffer, K. A., McIver, K., Heil, D. P., . . . Blair, S. N. (2011). Validation of the actical activity monitor in middle-aged and older adults. *J Phys Act Health*, 8(3), 372-381.
- Hu, F. B. (2003). Sedentary lifestyle and risk of obesity and type 2 diabetes. *Lipids*, 38(2), 103-108.
- Hu, F. B., Leitzmann, M. F., Stampfer, M. J., Colditz, G. A., Willett, W. C., & Rimm, E. B. (2001). Physical activity and television watching in relation to risk for type 2 diabetes mellitus in men. *Arch Intern Med*, 161(12), 1542-1548.
- Hu, F. B., Li, T. Y., Colditz, G. A., Willett, W. C., & Manson, J. E. (2003). Television watching and other sedentary behaviors in relation to risk of obesity and type 2 diabetes mellitus in women. *JAMA*, 289(14), 1785-1791.
- Hu, F. B., Manson, J. E., Stampfer, M. J., Colditz, G., Liu, S., Solomon, C. G., & Willett, W. C. (2001). Diet, lifestyle, and the risk of type 2 diabetes mellitus in women. *N Engl J Med*, 345(11), 790-797.
- Hughes, V. A., Frontera, W. R., Wood, M., Evans, W. J., Dallal, G. E., Roubenoff, R., & Fiatarone Singh, M. A. (2001). Longitudinal muscle strength changes in

- older adults: influence of muscle mass, physical activity, and health. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 56(5), B209-217.
- Hunter, G. R., McCarthy, J. P., & Bamman, M. M. (2004). Effects of resistance training on older adults. *Sports Med*, 34(5), 329-348.
- Hunter, G. R., Wetzstein, C. J., Fields, D. A., Brown, A., & Bamman, M. M. (2000). Resistance training increases total energy expenditure and free-living physical activity in older adults. *J Appl Physiol*, 89(3), 977-984.
- ICRCP. (2010). Niveau d'activité physique. Bulletin No. 2. L'institut, Ottawa, ON. Retrieved 13 November 2013, from <http://cflri.ca/media/node/133/files/PAM2008Bulletin02Niveauxdactivitesphysiques.pdf>
- Idland, G., Sylliaas, H., Mengshoel, A. M., Pettersen, R., & Bergland, A. (2013). Progressive resistance training for community-dwelling women aged 90 or older; a single-subject experimental design. *Disabil Rehabil*.
- Inoue, M., Iso, H., Yamamoto, S., Kurahashi, N., Iwasaki, M., Sasazuki, S., & Tsugane, S. (2008). Daily total physical activity level and premature death in men and women: results from a large-scale population-based cohort study in Japan (JPHC study). *Ann Epidemiol*, 18(7), 522-530.
- INSERM. (2008). Activité physique: contexte et effets sur la santé. Paris: INSERM, coll. Expertise collective, 832 p.
- Jakes, R. W., Day, N. E., Khaw, K. T., Luben, R., Oakes, S., Welch, A., . . . Wareham, N. J. (2003). Television viewing and low participation in vigorous recreation are independently associated with obesity and markers of cardiovascular disease risk: EPIC-Norfolk population-based study. *Eur J Clin Nutr*, 57(9), 1089-1096.
- Jakicic, J. M., Clark, K., Coleman, E., Donnelly, J. E., Foreyt, J., Melanson, E., . . . Volpe, S. L. (2001). American College of Sports Medicine position stand. Appropriate intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Med Sci Sports Exerc*, 33(12), 2145-2156.
- Janssen, I. (2006). Influence of sarcopenia on the development of physical disability: the Cardiovascular Health Study. *J Am Geriatr Soc*, 54(1), 56-62.
- Janssen, I., Baumgartner, R. N., Ross, R., Rosenberg, I. H., & Roubenoff, R. (2004). Skeletal muscle cutpoints associated with elevated physical disability risk in older men and women. *Am J Epidemiol*, 159(4), 413-421.
- Jequier, E. (1983). Thermogenic responses induced by nutrients in man: their importance in energy balance regulation. *Experientia Suppl*, 44, 26-44.
- Jequier, E. (1986). Thermogenesis and its role in energy metabolism. *Bibl Nutr Dieta*(39), 6-12.

- Jequier, E. (1987). Measurement of energy expenditure in clinical nutritional assessment. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, 11(5 Suppl), 86S-89S.
- Jequier, E., & Felber, J. P. (1987). Indirect calorimetry. *Baillieres Clin Endocrinol Metab*, 1(4), 911-935.
- John, D., & Freedson, P. (2012). ActiGraph and Actical physical activity monitors: a peek under the hood. *Med Sci Sports Exerc*, 44(1 Suppl 1), S86-89.
- Joosen, A. M., Gielen, M., Vlietinck, R., & Westerterp, K. R. (2005). Genetic analysis of physical activity in twins. *Am J Clin Nutr*, 82(6), 1253-1259.
- Jozsi, A. C., Campbell, W. W., Joseph, L., Davey, S. L., & Evans, W. J. (1999). Changes in power with resistance training in older and younger men and women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 54(11), M591-596.
- Kamen, G. (2005). Aging, resistance training, and motor unit discharge behavior. *Can J Appl Physiol*, 30(3), 341-351.
- Karabulut, M., Abe, T., Sato, Y., & Bemben, M. G. (2010). The effects of low-intensity resistance training with vascular restriction on leg muscle strength in older men. *Eur J Appl Physiol*, 108(1), 147-155.
- Katzmarzyk, P. T. (2013). Standing and Mortality in a Prospective Cohort of Canadian Adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise, Publish Ahead of Print*, 10.1249.
- Katzmarzyk, P. T., Church, T. S., Craig, C. L., & Bouchard, C. (2009). Sitting time and mortality from all causes, cardiovascular disease, and cancer. *Med Sci Sports Exerc*, 41(5), 998-1005.
- Katzmarzyk, P. T., Gledhill, N., & Shephard, R. J. (2000). The economic burden of physical inactivity in Canada. *CMAJ*, 163(11), 1435-1440.
- Keen, D. A., Yue, G. H., & Enoka, R. M. (1994). Training-related enhancement in the control of motor output in elderly humans. *J Appl Physiol*, 77(6), 2648-2658.
- Keller, C., & Trevino, R. P. (2001). Effects of two frequencies of walking on cardiovascular risk factor reduction in Mexican American women. *Res Nurs Health*, 24(5), 390-401.
- Kent-Braun, J. A., Ng, A. V., Castro, M., Weiner, M. W., Gelinas, D., Dudley, G. A., & Miller, R. G. (1997). Strength, skeletal muscle composition, and enzyme activity in multiple sclerosis. *J Appl Physiol (1985)*, 83(6), 1998-2004.
- Kent-Braun, J. A., Sharma, K. R., Miller, R. G., & Weiner, M. W. (1994). Postexercise phosphocreatine resynthesis is slowed in multiple sclerosis. *Muscle Nerve*, 17(8), 835-841.
- Kesaniemi, Y. K., Danforth, E., Jr., Jensen, M. D., Kopelman, P. G., Lefebvre, P., & Reeder, B. A. (2001). Dose-response issues concerning physical activity and

- health: an evidence-based symposium. *Med Sci Sports Exerc*, 33(6 Suppl), S351-358.
- Kim, J., & Han, H. R. (2012). Physical activity, abdominal obesity and the risk of coronary heart disease: a Korean national sample study. *Public Health*, 126(5), 410-416.
- Kiwaki, K., Kotz, C. M., Wang, C., Lanningham-Foster, L., & Levine, J. A. (2004). Orexin A (hypocretin 1) injected into hypothalamic paraventricular nucleus and spontaneous physical activity in rats. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 286(4), E551-559.
- Knapen, J., Sommerijns, E., Vancampfort, D., Sienaert, P., Pieters, G., Haake, P., . . . Peuskens, J. (2009). State anxiety and subjective well-being responses to acute bouts of aerobic exercise in patients with depressive and anxiety disorders. *Br J Sports Med*, 43(10), 756-759.
- Koster, A., Caserotti, P., Patel, K. V., Matthews, C. E., Berrigan, D., Van Domelen, D. R., . . . Harris, T. B. (2012). Association of sedentary time with mortality independent of moderate to vigorous physical activity. *PLoS One*, 7(6), e37696.
- Kramer, A. F., & Erickson, K. I. (2007). Capitalizing on cortical plasticity: influence of physical activity on cognition and brain function. *Trends Cogn Sci*, 11(8), 342-348.
- Krishnan, S., Rosenberg, L., & Palmer, J. R. (2009). Physical activity and television watching in relation to risk of type 2 diabetes: the Black Women's Health Study. *Am J Epidemiol*, 169(4), 428-434.
- Krogh-Madsen, R., Thyfault, J. P., Broholm, C., Mortensen, O. H., Olsen, R. H., Mounier, R., . . . Pedersen, B. K. (2010). A 2-wk reduction of ambulatory activity attenuates peripheral insulin sensitivity. *J Appl Physiol (1985)*, 108(5), 1034-1040.
- Kronenberg, F., Pereira, M. A., Schmitz, M. K., Arnett, D. K., Evenson, K. R., Crapo, R. O., . . . Hunt, S. C. (2000). Influence of leisure time physical activity and television watching on atherosclerosis risk factors in the NHLBI Family Heart Study. *Atherosclerosis*, 153(2), 433-443.
- Kumar, V., Atherton, P. J., Selby, A., Rankin, D., Williams, J., Smith, K., . . . Rennie, M. J. (2012). Muscle protein synthetic responses to exercise: effects of age, volume, and intensity. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 67(11), 1170-1177.
- Laaksonen, D. E., Atalay, M., Niskanen, L. K., Mustonen, J., Sen, C. K., Lakka, T. A., & Uusitupa, M. I. (2000). Aerobic exercise and the lipid profile in type 1 diabetic men: a randomized controlled trial. *Med Sci Sports Exerc*, 32(9), 1541-1548.

- Lahmann, P. H., Friedenreich, C., Schuit, A. J., Salvini, S., Allen, N. E., Key, T. J., . . . Riboli, E. (2007). Physical activity and breast cancer risk: the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*, *16*(1), 36-42.
- Larson, E. B., Wang, L., Bowen, J. D., McCormick, W. C., Teri, L., Crane, P., & Kukull, W. (2006). Exercise is associated with reduced risk for incident dementia among persons 65 years of age and older. *Ann Intern Med*, *144*(2), 73-81.
- Laville, M., Andreelli, F., Normand, S., Pachiardi, C., & Riou, J. P. (1998). [Measurement of body composition and energy expenditure. Realization and importance in clinical practice]. *Journ Annu Diabetol Hotel Dieu*, 205-214.
- Lee, D. C., Park, I., Jun, T. W., Nam, B. H., Cho, S. I., Blair, S. N., & Kim, Y. S. (2012). Physical activity and body mass index and their associations with the development of type 2 diabetes in Korean men. *Am J Epidemiol*, *176*(1), 43-51.
- Leong, B., Kamen, G., Patten, C., & Burke, J. R. (1999). Maximal motor unit discharge rates in the quadriceps muscles of older weight lifters. *Med Sci Sports Exerc*, *31*(11), 1638-1644.
- Levine, J. A., Lanningham-Foster, L. M., McCrady, S. K., Krizan, A. C., Olson, L. R., Kane, P. H., . . . Clark, M. M. (2005). Interindividual variation in posture allocation: possible role in human obesity. *Science*, *307*(5709), 584-586.
- Levine, J. A., Schlessner, S. J., & Jensen, M. D. (2000). Energy expenditure of nonexercise activity. *Am J Clin Nutr*, *72*(6), 1451-1454.
- Levine, J. A., Vander Weg, M. W., Hill, J. O., & Klesges, R. C. (2006). Non-exercise activity thermogenesis: the crouching tiger hidden dragon of societal weight gain. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*, *26*(4), 729-736.
- Levine, J. A., Weisell, R., Chevassus, S., Martinez, C. D., Burlingame, B., & Coward, W. A. (2001). The work burden of women. *Science*, *294*(5543), 812.
- Lexell, J. (1995). Human aging, muscle mass, and fiber type composition. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, *50 Spec No*, 11-16.
- Liu-Ambrose, T., Khan, K. M., Eng, J. J., Janssen, P. A., Lord, S. R., & McKay, H. A. (2004). Resistance and agility training reduce fall risk in women aged 75 to 85 with low bone mass: a 6-month randomized, controlled trial. *J Am Geriatr Soc*, *52*(5), 657-665.
- Lollgen, H., Bockenhoff, A., & Knapp, G. (2009). Physical activity and all-cause mortality: an updated meta-analysis with different intensity categories. *Int J Sports Med*, *30*(3), 213-224.
- Lyden, K., Kozey, S. L., Staudenmeyer, J. W., & Freedson, P. S. (2011). A comprehensive evaluation of commonly used accelerometer energy

- expenditure and MET prediction equations. *Eur J Appl Physiol*, 111(2), 187-201.
- Lynch, B. M. (2010). Sedentary behavior and cancer: a systematic review of the literature and proposed biological mechanisms. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*, 19(11), 2691-2709.
- Manson, J. E., Greenland, P., LaCroix, A. Z., Stefanick, M. L., Mouton, C. P., Oberman, A., . . . Siscovick, D. S. (2002). Walking compared with vigorous exercise for the prevention of cardiovascular events in women. *N Engl J Med*, 347(10), 716-725.
- Manson, J. E., Rimm, E. B., Stampfer, M. J., Colditz, G. A., Willett, W. C., Krolewski, A. S., . . . Speizer, F. E. (1991). Physical activity and incidence of non-insulin-dependent diabetes mellitus in women. *Lancet*, 338(8770), 774-778.
- Martinez-Gonzalez, M. A., Martinez, J. A., Hu, F. B., Gibney, M. J., & Kearney, J. (1999). Physical inactivity, sedentary lifestyle and obesity in the European Union. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 23(11), 1192-1201.
- Martinsen, E. W. (2008). Physical activity in the prevention and treatment of anxiety and depression. *Nord J Psychiatry*, 62 Suppl 47, 25-29.
- Matthews, C. E., George, S. M., Moore, S. C., Bowles, H. R., Blair, A., Park, Y., . . . Schatzkin, A. (2012). Amount of time spent in sedentary behaviors and cause-specific mortality in US adults. *Am J Clin Nutr*, 95(2), 437-445.
- McCormick, K. M., & Thomas, D. P. (1992). Exercise-induced satellite cell activation in senescent soleus muscle. *J Appl Physiol*, 72(3), 888-893.
- McGandy, R. B., Barrows, C. H., Jr., Spanias, A., Meredith, A., Stone, J. L., & Norris, A. H. (1966). Nutrient intakes and energy expenditure in men of different ages. *J Gerontol*, 21(4), 581-587.
- McPhail, S., & Schippers, M. (2012). An evolving perspective on physical activity counselling by medical professionals. *BMC Fam Pract*, 13, 31.
- Meijer, E. P., Westerterp, K. R., & Verstappen, F. T. (1999). Effect of exercise training on total daily physical activity in elderly humans. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 80(1), 16-21.
- Meijer, G. A., Janssen, G. M., Westerterp, K. R., Verhoeven, F., Saris, W. H., & ten Hoor, F. (1991). The effect of a 5-month endurance-training programme on physical activity: evidence for a sex-difference in the metabolic response to exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 62(1), 11-17.
- Metter, E. J., Talbot, L. A., Schrage, M., & Conwit, R. (2002). Skeletal muscle strength as a predictor of all-cause mortality in healthy men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 57(10), B359-365.

- Mikines, K. J., Richter, E. A., Dela, F., & Galbo, H. (1991). Seven days of bed rest decrease insulin action on glucose uptake in leg and whole body. *J Appl Physiol (1985)*, *70*(3), 1245-1254.
- Moore, S. C., Gierach, G. L., Schatzkin, A., & Matthews, C. E. (2010). Physical activity, sedentary behaviours, and the prevention of endometrial cancer. *Br J Cancer*, *103*(7), 933-938.
- Mora, S., Cook, N., Buring, J. E., Ridker, P. M., & Lee, I. M. (2007). Physical activity and reduced risk of cardiovascular events: potential mediating mechanisms. *Circulation*, *116*(19), 2110-2118.
- Morishita, S., Kaida, K., Tanaka, T., Itani, Y., Ikegame, K., Okada, M., . . . Domen, K. (2012). Prevalence of sarcopenia and relevance of body composition, physiological function, fatigue, and health-related quality of life in patients before allogeneic hematopoietic stem cell transplantation. *Support Care Cancer*, *20*(12), 3161-3168.
- Moritani, T., & deVries, H. A. (1980). Potential for gross muscle hypertrophy in older men. *J Gerontol*, *35*(5), 672-682.
- Morley, J. E. (2001). Anorexia, sarcopenia, and aging. *Nutrition*, *17*(7-8), 660-663.
- Morris, J. N., Heady, J. A., Raffle, P. A., Roberts, C. G., & Parks, J. W. (1953). Coronary heart-disease and physical activity of work. *Lancet*, *265*(6795), 1053-1057; contd.
- Muller, M. J., Illner, K., Bosy-Westphal, A., Brinkmann, G., & Heller, M. (2001). Regional lean body mass and resting energy expenditure in non-obese adults. *Eur J Nutr*, *40*(3), 93-97.
- Musa, D. I., Adeniran, S. A., Dikko, A. U., & Sayers, S. P. (2009). The effect of a high-intensity interval training program on high-density lipoprotein cholesterol in young men. *J Strength Cond Res*, *23*(2), 587-592.
- Nair, K. S., Halliday, D., & Garrow, J. S. (1983). Thermic response to isoenergetic protein, carbohydrate or fat meals in lean and obese subjects. *Clin Sci (Lond)*, *65*(3), 307-312.
- Nakagawa, Y., Hattori, M., Harada, K., Shirase, R., Bando, M., & Okano, G. (2007). Age-related changes in intramyocellular lipid in humans by in vivo H-MR spectroscopy. *Gerontology*, *53*(4), 218-223.
- Nelson, M. E., Rejeski, W. J., Blair, S. N., Duncan, P. W., Judge, J. O., King, A. C., . . . Castaneda-Sceppa, C. (2007a). Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc*, *39*(8), 1435-1445.
- Nelson, M. E., Rejeski, W. J., Blair, S. N., Duncan, P. W., Judge, J. O., King, A. C., . . . Castaneda-Sceppa, C. (2007b). Physical activity and public health in older

- adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation*, 116(9), 1094-1105.
- Nilwik, R., Snijders, T., Leenders, M., Groen, B. B., van Kranenburg, J., Verdijk, L. B., & van Loon, L. J. (2013). The decline in skeletal muscle mass with aging is mainly attributed to a reduction in type II muscle fiber size. *Exp Gerontol*, 48(5), 492-498.
- Nygaard, H., Tomten, S. E., & Hostmark, A. T. (2009). Slow postmeal walking reduces postprandial glycemia in middle-aged women. *Appl Physiol Nutr Metab*, 34(6), 1087-1092.
- O'Connell, S. E., Griffiths, P. L., & Clemes, S. A. (2013). Seasonal variation in physical activity, sedentary behaviour and sleep in a sample of UK adults. *Ann Hum Biol*.
- O'Connor, P. J., & Puetz, T. W. (2005). Chronic physical activity and feelings of energy and fatigue. *Med Sci Sports Exerc*, 37(2), 299-305.
- O'Keefe M, P., Perez, F. R., Kinnick, T. R., Tischler, M. E., & Henriksen, E. J. (2004). Development of whole-body and skeletal muscle insulin resistance after one day of hindlimb suspension. *Metabolism*, 53(9), 1215-1222.
- Oppert, J. M. (2004). Why and how to evaluate physical activity? *Journ Annu Diabetol Hotel Dieu*, 47-59.
- Ordonez, F. J., Fornieles-Gonzalez, G., Rosety, M. A., Rosety, I., Diaz, A., & Rosety-Rodriguez, M. (2012). Anti-Inflammatory Effect of Exercise, Via Reduced Leptin Levels, in Obese Women with Down Syndrome. *Int J Sports Physiol Perform*.
- Overend, T. J., Cunningham, D. A., Paterson, D. H., & Lefcoe, M. S. (1992). Thigh composition in young and elderly men determined by computed tomography. *Clin Physiol*, 12(6), 629-640.
- Owen, N. (2012). Sedentary behavior: understanding and influencing adults' prolonged sitting time. *Prev Med*, 55(6), 535-539.
- Owen, N., Healy, G. N., Matthews, C. E., & Dunstan, D. W. (2010). Too much sitting: the population health science of sedentary behavior. *Exerc Sport Sci Rev*, 38(3), 105-113.
- Owen, N., Leslie, E., Salmon, J., & Fotheringham, M. J. (2000). Environmental determinants of physical activity and sedentary behavior. *Exerc Sport Sci Rev*, 28(4), 153-158.
- Owen, N., Sparling, P. B., Healy, G. N., Dunstan, D. W., & Matthews, C. E. (2010). Sedentary behavior: emerging evidence for a new health risk. *Mayo Clin Proc*, 85(12), 1138-1141.

- Owen, N., Sugiyama, T., Eakin, E. E., Gardiner, P. A., Tremblay, M. S., & Sallis, J. F. (2011). Adults' sedentary behavior determinants and interventions. *Am J Prev Med, 41*(2), 189-196.
- Panagiotakos, D. B., Pitsavos, C., Lentzas, Y., Skoumas, Y., Papadimitriou, L., Zeimbekis, A., & Stefanadis, C. (2008). Determinants of physical inactivity among men and women from Greece: a 5-year follow-up of the ATTICA study. *Ann Epidemiol, 18*(5), 387-394.
- Pate, R. R., O'Neill, J. R., & Lobelo, F. (2008). The evolving definition of "sedentary". *Exerc Sport Sci Rev, 36*(4), 173-178.
- Patel, A. V., Rodriguez, C., Pavluck, A. L., Thun, M. J., & Calle, E. E. (2006). Recreational physical activity and sedentary behavior in relation to ovarian cancer risk in a large cohort of US women. *Am J Epidemiol, 163*(8), 709-716.
- Paterson, D. H., & Warburton, D. E. (2010). Physical activity and functional limitations in older adults: a systematic review related to Canada's Physical Activity Guidelines. *Int J Behav Nutr Phys Act, 7*, 38.
- Perez-Leighton, C. E., Boland, K., Teske, J. A., Billington, C., & Kotz, C. M. (2012). Behavioral responses to orexin, orexin receptor gene expression, and spontaneous physical activity contribute to individual sensitivity to obesity. *Am J Physiol Endocrinol Metab, 303*(7), E865-874.
- Pfeifer, M., Begerow, B., & Minne, H. W. (2002). Vitamin D and muscle function. *Osteoporos Int, 13*(3), 187-194.
- Pi-Sunyer, X., Blackburn, G., Brancati, F. L., Bray, G. A., Bright, R., Clark, J. M., . . . Yanovski, S. Z. (2007). Reduction in weight and cardiovascular disease risk factors in individuals with type 2 diabetes: one-year results of the look AHEAD trial. *Diabetes Care, 30*(6), 1374-1383.
- Pinto Pereira, S. M., Ki, M., & Power, C. (2012). Sedentary behaviour and biomarkers for cardiovascular disease and diabetes in mid-life: the role of television-viewing and sitting at work. *PLoS One, 7*(2), e31132.
- Ploug, T., Ohkuwa, T., Handberg, A., Vissing, J., & Galbo, H. (1995). Effect of immobilization on glucose transport and glucose transporter expression in rat skeletal muscle. *Am J Physiol, 268*(5 Pt 1), E980-986.
- Proper, K. I., Singh, A. S., van Mechelen, W., & Chinapaw, M. J. (2011). Sedentary behaviors and health outcomes among adults: a systematic review of prospective studies. *Am J Prev Med, 40*(2), 174-182.
- Puetz, T. W. (2006). Physical activity and feelings of energy and fatigue: epidemiological evidence. *Sports Med, 36*(9), 767-780.
- Ravussin, E., Lillioja, S., Anderson, T. E., Christin, L., & Bogardus, C. (1986). Determinants of 24-hour energy expenditure in man. Methods and results using a respiratory chamber. *J Clin Invest, 78*(6), 1568-1578.

- Rejeski, W. J., & Mihalko, S. L. (2001). Physical activity and quality of life in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, *56 Spec No 2*, 23-35.
- Rethorst, C. D., Wipfli, B. M., & Landers, D. M. (2009). The antidepressive effects of exercise: a meta-analysis of randomized trials. *Sports Med*, *39(6)*, 491-511.
- Rhea, M. R., Alvar, B. A., Ball, S. D., & Burkett, L. N. (2002). Three sets of weight training superior to 1 set with equal intensity for eliciting strength. *J Strength Cond Res*, *16(4)*, 525-529.
- Rhodes, R. E., Mark, R. S., & Temmel, C. P. (2012). Adult sedentary behavior: a systematic review. *Am J Prev Med*, *42(3)*, e3-28.
- Rigaud, D., & Melchior, J. (1992). *Le métabolisme énergétique chez l'homme* (Éditions Médicales Internationales Lavoisier, Paris ed.).
- Rosenkranz, R. R., Rosenkranz, S. K., & Weber, C. (2011). Validity of the Actical accelerometer step-count function in children. *Pediatr Exerc Sci*, *23(3)*, 355-365.
- Rossoni, L. V., Oliveira, R. A., Caffaro, R. R., Miana, M., Sanz-Rosa, D., Koike, M. K., . . . Cachoeiro, V. (2011). Cardiac benefits of exercise training in aging spontaneously hypertensive rats. *J Hypertens*, *29(12)*, 2349-2358.
- Roubenoff, R. (2009). Rheumatoid cachexia: a complication of rheumatoid arthritis moves into the 21st century. *Arthritis Res Ther*, *11(2)*, 108.
- Roubenoff, R., & Castaneda, C. (2001). Sarcopenia-understanding the dynamics of aging muscle. *Jama*, *286(10)*, 1230-1231.
- Roubenoff, R., Walsmith, J., Lundgren, N., Snyderman, L., Dolnikowski, G. J., & Roberts, S. (2002). Low physical activity reduces total energy expenditure in women with rheumatoid arthritis: implications for dietary intake recommendations. *Am J Clin Nutr*, *76(4)*, 774-779.
- Ruscheweyh, R., Willemer, C., Kruger, K., Duning, T., Warnecke, T., Sommer, J., . . . Floel, A. (2011). Physical activity and memory functions: an interventional study. *Neurobiol Aging*, *32(7)*, 1304-1319.
- Salmon, J., Bauman, A., Crawford, D., Timperio, A., & Owen, N. (2000). The association between television viewing and overweight among Australian adults participating in varying levels of leisure-time physical activity. *Int J Obes Relat Metab Disord*, *24(5)*, 600-606.
- Salmon, J., Owen, N., Crawford, D., Bauman, A., & Sallis, J. F. (2003). Physical activity and sedentary behavior: a population-based study of barriers, enjoyment, and preference. *Health Psychol*, *22(2)*, 178-188.
- Sanchez-Villegas, A., Ara, I., Guillen-Grima, F., Bes-Rastrollo, M., Varo-Cenarruzabeitia, J. J., & Martinez-Gonzalez, M. A. (2008). Physical activity, sedentary index, and mental disorders in the SUN cohort study. *Med Sci Sports Exerc*, *40(5)*, 827-834.

- Schaap, L. A., Pluijm, S. M., Deeg, D. J., Harris, T. B., Kritchevsky, S. B., Newman, A. B., . . . Visser, M. (2009). Higher inflammatory marker levels in older persons: associations with 5-year change in muscle mass and muscle strength. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, *64*(11), 1183-1189.
- Schoeller, D. A. (2007). Making indirect calorimetry a gold standard for predicting energy requirements for institutionalized patients. *J Am Diet Assoc*, *107*(3), 390-392.
- Schutz, Y., Bessard, T., & Jequier, E. (1984). Diet-induced thermogenesis measured over a whole day in obese and nonobese women. *Am J Clin Nutr*, *40*(3), 542-552.
- Schutz, Y., Ravussin, E., Diethelm, R., & Jequier, E. (1982). Spontaneous physical activity measured by radar in obese and control subject studied in a respiration chamber. *Int J Obes*, *6*(1), 23-28.
- SCPE. (2012). Directives canadiennes en matière d'activité physiques. Déclaration scientifiques. Retrieved 15 November, 2013, from http://www.scpe.ca/CMFiles/Guidelines/CSEP_PAGuidelines_0-65plus_fr.pdf
- Sedentary Behaviour Research, N. (2012). Letter to the editor: standardized use of the terms "sedentary" and "sedentary behaviours". *Appl Physiol Nutr Metab*, *37*(3), 540-542.
- Segal, K. R., Edano, A., Blando, L., & Pi-Sunyer, F. X. (1990). Comparison of thermic effects of constant and relative caloric loads in lean and obese men. *Am J Clin Nutr*, *51*(1), 14-21.
- Seider, M. J., Nicholson, W. F., & Booth, F. W. (1982). Insulin resistance for glucose metabolism in disused soleus muscle of mice. *Am J Physiol*, *242*(1), E12-18.
- Sellayah, D., & Sikder, D. (2013). Minireview: Food for Thought: Understanding the Multifaceted Nature of Orexins. *Endocrinology*.
- Sigal, R. J., Kenny, G. P., Boule, N. G., Wells, G. A., Prud'homme, D., Fortier, M., . . . Jaffey, J. (2007). Effects of aerobic training, resistance training, or both on glycemic control in type 2 diabetes: a randomized trial. *Ann Intern Med*, *147*(6), 357-369.
- Sinha, A., Hollingsworth, K. G., Ball, S., & Cheetham, T. (2013). Improving the vitamin D status of vitamin D deficient adults is associated with improved mitochondrial oxidative function in skeletal muscle. *J Clin Endocrinol Metab*, *98*(3), E509-513.
- Smith, P. J., Blumenthal, J. A., Hoffman, B. M., Cooper, H., Strauman, T. A., Welsh-Bohmer, K., . . . Sherwood, A. (2010). Aerobic exercise and neurocognitive performance: a meta-analytic review of randomized controlled trials. *Psychosom Med*, *72*(3), 239-252.

- Smorawinski, J., Kaciuba-Uscilko, H., Nazar, K., Kubala, P., Kaminska, E., Ziemba, A. W., . . . Greenleaf, J. E. (2000). Effects of three-day bed rest on metabolic, hormonal and circulatory responses to an oral glucose load in endurance or strength trained athletes and untrained subjects. *J Physiol Pharmacol*, *51*(2), 279-289.
- Snitker, S., Tataranni, P. A., & Ravussin, E. (2001). Spontaneous physical activity in a respiratory chamber is correlated to habitual physical activity. *Int J Obes Relat Metab Disord*, *25*(10), 1481-1486.
- Sparti, A., DeLany, J. P., de la Bretonne, J. A., Sander, G. E., & Bray, G. A. (1997). Relationship between resting metabolic rate and the composition of the fat-free mass. *Metabolism*, *46*(10), 1225-1230.
- Stamatakis, E., Hamer, M., & Mishra, G. D. (2012). Early adulthood television viewing and cardiometabolic risk profiles in early middle age: results from a population, prospective cohort study. *Diabetologia*, *55*(2), 311-320.
- Stark, R., Schony, W., & Kopp, M. (2012). Acute effects of a single bout of moderate exercise on psychological well-being in patients with affective disorder during hospital treatment. *Neuropsychiatr*, *26*(4), 166-170.
- Steindorf, K., Ritte, R., Eomois, P. P., Lukanova, A., Tjonneland, A., Johnsen, N. F., . . . Kaaks, R. (2013). Physical activity and risk of breast cancer overall and by hormone receptor status: the European prospective investigation into cancer and nutrition. *Int J Cancer*, *132*(7), 1667-1678.
- Stephens, B. R., Granados, K., Zderic, T. W., Hamilton, M. T., & Braun, B. (2011). Effects of 1 day of inactivity on insulin action in healthy men and women: interaction with energy intake. *Metabolism*, *60*(7), 941-949.
- Stirling, J. L., & Stock, M. J. (1968). Metabolic origins of thermogenesis induced by diet. *Nature*, *220*(5169), 801-802.
- Strohle, A. (2009). Physical activity, exercise, depression and anxiety disorders. *J Neural Transm*, *116*(6), 777-784.
- Stuart, C. A., Shangraw, R. E., Prince, M. J., Peters, E. J., & Wolfe, R. R. (1988). Bed-rest-induced insulin resistance occurs primarily in muscle. *Metabolism*, *37*(8), 802-806.
- Stump, C. S., Short, K. R., Bigelow, M. L., Schimke, J. M., & Nair, K. S. (2003). Effect of insulin on human skeletal muscle mitochondrial ATP production, protein synthesis, and mRNA transcripts. *Proc Natl Acad Sci U S A*, *100*(13), 7996-8001.
- Sugiyama, T., Healy, G. N., Dunstan, D. W., Salmon, J., & Owen, N. (2008). Joint associations of multiple leisure-time sedentary behaviours and physical activity with obesity in Australian adults. *Int J Behav Nutr Phys Act*, *5*, 35.

- Summers, G. D., Deighton, C. M., Rennie, M. J., & Booth, A. H. (2008). Rheumatoid cachexia: a clinical perspective. *Rheumatology (Oxford)*, *47*(8), 1124-1131.
- Swain, D. P., & Franklin, B. A. (2006). Comparison of cardioprotective benefits of vigorous versus moderate intensity aerobic exercise. *Am J Cardiol*, *97*(1), 141-147.
- Teske, J. A., Perez-Leighton, C. E., Billington, C. J., & Kotz, C. M. (2013). Role of the locus coeruleus in enhanced orexin A-induced spontaneous physical activity in obesity resistant rats. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*.
- Thompson, A., Damyrovich, A., Madapallimattam, A., Mikalus, D., Allard, J., & Jeejeebhoy, K. N. (1998). ³¹P-nuclear magnetic resonance studies of bioenergetic changes in skeletal muscle in malnourished human adults. *Am J Clin Nutr*, *67*(1), 39-43.
- Thompson, P. D., Buchner, D., Pina, I. L., Balady, G. J., Williams, M. A., Marcus, B. H., . . . Wenger, N. K. (2003). Exercise and physical activity in the prevention and treatment of atherosclerotic cardiovascular disease: a statement from the Council on Clinical Cardiology (Subcommittee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention) and the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism (Subcommittee on Physical Activity). *Circulation*, *107*(24), 3109-3116.
- Thornton, E. W., Sykes, K. S., & Tang, W. K. (2004). Health benefits of Tai Chi exercise: improved balance and blood pressure in middle-aged women. *Health Promot Int*, *19*(1), 33-38.
- Thorp, A. A., Healy, G. N., Owen, N., Salmon, J., Ball, K., Shaw, J. E., . . . Dunstan, D. W. (2010). Deleterious associations of sitting time and television viewing time with cardiometabolic risk biomarkers: Australian Diabetes, Obesity and Lifestyle (AusDiab) study 2004-2005. *Diabetes Care*, *33*(2), 327-334.
- Thorp, A. A., Owen, N., Neuhaus, M., & Dunstan, D. W. (2011). Sedentary behaviors and subsequent health outcomes in adults a systematic review of longitudinal studies, 1996-2011. *Am J Prev Med*, *41*(2), 207-215.
- Tigbe, W. W., Lean, M. E., & Granat, M. H. (2011). A physically active occupation does not result in compensatory inactivity during out-of-work hours. *Prev Med*, *53*(1-2), 48-52.
- Tisdale, M. J. (2009). Mechanisms of cancer cachexia. *Physiol Rev*, *89*(2), 381-410.
- Tremblay, A., Côté, J., & LeBlanc, J. (1983). Diminished dietary thermogenesis in exercise-trained human subjects. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, *52*(1), 1-4.
- Tremblay, M. S., Colley, R. C., Saunders, T. J., Healy, G. N., & Owen, N. (2010). Physiological and health implications of a sedentary lifestyle. *Appl Physiol Nutr Metab*, *35*(6), 725-740.

- Tzankoff, S. P., & Norris, A. H. (1977). Effect of muscle mass decrease on age-related BMR changes. *J Appl Physiol*, 43(6), 1001-1006.
- van de Laar, R. J., Stehouwer, C. D., Prins, M. H., van Mechelen, W., Twisk, J. W., & Ferreira, I. (2013). Self-reported time spent watching television is associated with arterial stiffness in young adults: the Amsterdam Growth and Health Longitudinal Study. *Br J Sports Med*.
- van der Ploeg, H. P., Venugopal, K., Chau, J. Y., van Poppel, M. N., Breedveld, K., Merom, D., & Bauman, A. E. (2013). Non-occupational sedentary behaviors: population changes in The Netherlands, 1975-2005. *Am J Prev Med*, 44(4), 382-387.
- Van Roie, E., Delecluse, C., Coudyzer, W., Boonen, S., & Bautmans, I. (2013). Strength training at high versus low external resistance in older adults: Effects on muscle volume, muscle strength, and force-velocity characteristics. *Exp Gerontol*, 48(11), 1351-1361.
- van Uffelen, J. G., Wong, J., Chau, J. Y., van der Ploeg, H. P., Riphagen, I., Gilson, N. D., . . . Brown, W. J. (2010). Occupational sitting and health risks: a systematic review. *Am J Prev Med*, 39(4), 379-388.
- Varo, J. J., Martinez-Gonzalez, M. A., De Irala-Estevez, J., Kearney, J., Gibney, M., & Martinez, J. A. (2003). Distribution and determinants of sedentary lifestyles in the European Union. *Int J Epidemiol*, 32(1), 138-146.
- Vaughan, L., Zurlo, F., & Ravussin, E. (1991). Aging and energy expenditure. *Am J Clin Nutr*, 53(4), 821-825.
- Veerman, J. L., Healy, G. N., Cobiac, L. J., Vos, T., Winkler, E. A., Owen, N., & Dunstan, D. W. (2012). Television viewing time and reduced life expectancy: a life table analysis. *Br J Sports Med*, 46(13), 927-930.
- Verdijk, L. B., van Loon, L., Meijer, K., & Savelberg, H. H. (2009). One-repetition maximum strength test represents a valid means to assess leg strength in vivo in humans. *J Sports Sci*, 27(1), 59-68.
- Villareal, D. T., Smith, G. I., Sinacore, D. R., Shah, K., & Mittendorfer, B. (2011). Regular multicomponent exercise increases physical fitness and muscle protein anabolism in frail, obese, older adults. *Obesity (Silver Spring)*, 19(2), 312-318.
- Visser, M., Deeg, D. J., & Lips, P. (2003). Low vitamin D and high parathyroid hormone levels as determinants of loss of muscle strength and muscle mass (sarcopenia): the Longitudinal Aging Study Amsterdam. *J Clin Endocrinol Metab*, 88(12), 5766-5772.
- Visser, M., Goodpaster, B. H., Kritchevsky, S. B., Newman, A. B., Nevitt, M., Rubin, S. M., . . . Harris, T. B. (2005). Muscle mass, muscle strength, and muscle fat

- infiltration as predictors of incident mobility limitations in well-functioning older persons. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 60(3), 324-333.
- Visser, M., Kritchevsky, S. B., Goodpaster, B. H., Newman, A. B., Nevitt, M., Stamm, E., & Harris, T. B. (2002). Leg muscle mass and composition in relation to lower extremity performance in men and women aged 70 to 79: the health, aging and body composition study. *J Am Geriatr Soc*, 50(5), 897-904.
- Visser, M., Pahor, M., Taaffe, D. R., Goodpaster, B. H., Simonsick, E. M., Newman, A. B., . . . Harris, T. B. (2002). Relationship of interleukin-6 and tumor necrosis factor-alpha with muscle mass and muscle strength in elderly men and women: the Health ABC Study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 57(5), M326-332.
- Volpi, E., Nazemi, R., & Fujita, S. (2004). Muscle tissue changes with aging. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 7(4), 405-410.
- Wagner, A., Dallongeville, J., Haas, B., Ruidavets, J. B., Amouyel, P., Ferrieres, J., . . . Arveiler, D. (2012). Sedentary behaviour, physical activity and dietary patterns are independently associated with the metabolic syndrome. *Diabetes Metab*, 38(5), 428-435.
- Walsmith, J., & Roubenoff, R. (2002). Cachexia in rheumatoid arthritis. *Int J Cardiol*, 85(1), 89-99.
- Warburton, D. E., McKenzie, D. C., Haykowsky, M. J., Taylor, A., Shoemaker, P., Ignaszewski, A. P., & Chan, S. Y. (2005). Effectiveness of high-intensity interval training for the rehabilitation of patients with coronary artery disease. *Am J Cardiol*, 95(9), 1080-1084.
- Washburn, R. A., & Ficker, J. L. (1999). Physical Activity Scale for the Elderly (PASE): the relationship with activity measured by a portable accelerometer. *J Sports Med Phys Fitness*, 39(4), 336-340.
- Washburn, R. A., Smith, K. W., Jette, A. M., & Janney, C. A. (1993). The Physical Activity Scale for the Elderly (PASE): development and evaluation. *J Clin Epidemiol*, 46(2), 153-162.
- Weir, J. B. (1990). New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. 1949. *Nutrition*, 6(3), 213-221.
- Welle, S., Brooks, A. I., Delehanty, J. M., Needler, N., & Thornton, C. A. (2003). Gene expression profile of aging in human muscle. *Physiol Genomics*, 14(2), 149-159.
- Westerterp, K. R. (2008). Physical activity as determinant of daily energy expenditure. *Physiol Behav*, 93(4-5), 1039-1043.
- Westerterp, K. R., & Kester, A. D. (2003). Physical activity in confined conditions as an indicator of free-living physical activity. *Obes Res*, 11(7), 865-868.

- Westerterp, K. R., & Plasqui, G. (2004). Physical activity and human energy expenditure. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 7(6), 607-613.
- Weuve, J., Kang, J. H., Manson, J. E., Breteler, M. M., Ware, J. H., & Grodstein, F. (2004). Physical activity, including walking, and cognitive function in older women. *Jama*, 292(12), 1454-1461.
- Whitehead, M., & Dahlgren, G. (1991). What can be done about inequalities in health? *Lancet*, 338(8774), 1059-1063.
- WHO. (1975). Energy and protein requirements. Recommendations by a joint FAO/WHO informal. *Food Nutr*, 1(2), 11-19.
- WHO. (2010). *Global recommendations on physical activity for health*. Geneva, Switzerland: WHO.
- Wicherts, I. S., van Schoor, N. M., Boeke, A. J., Visser, M., Deeg, D. J., Smit, J., . . . Lips, P. (2007). Vitamin D status predicts physical performance and its decline in older persons. *J Clin Endocrinol Metab*, 92(6), 2058-2065.
- Wijndaele, K., Brage, S., Besson, H., Khaw, K. T., Sharp, S. J., Luben, R., . . . Ekelund, U. (2011). Television viewing time independently predicts all-cause and cardiovascular mortality: the EPIC Norfolk study. *Int J Epidemiol*, 40(1), 150-159.
- Wijndaele, K., Duvigneaud, N., Matton, L., Duquet, W., Delecluse, C., Thomis, M., . . . Philippaerts, R. M. (2009). Sedentary behaviour, physical activity and a continuous metabolic syndrome risk score in adults. *Eur J Clin Nutr*, 63(3), 421-429.
- Wijndaele, K., Healy, G. N., Dunstan, D. W., Barnett, A. G., Salmon, J., Shaw, J. E., . . . Owen, N. (2010). Increased cardiometabolic risk is associated with increased TV viewing time. *Med Sci Sports Exerc*, 42(8), 1511-1518.
- Wiley, J. Z., Paik, M. C., Sacco, R., Elkind, M. S., & Boden-Albala, B. (2010). Social determinants of physical inactivity in the Northern Manhattan Study (NOMAS). *J Community Health*, 35(6), 602-608.
- Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2005). *Physiology of Sports and Exercise* (3th. ed.). Idaho: Human Kinetics Publishers.
- Wilmot, E. G., Edwardson, C. L., Achana, F. A., Davies, M. J., Gorely, T., Gray, L. J., . . . Biddle, S. J. (2012). Sedentary time in adults and the association with diabetes, cardiovascular disease and death: systematic review and meta-analysis. *Diabetologia*, 55(11), 2895-2905.
- Wipfli, B., Landers, D., Nagoshi, C., & Ringenbach, S. (2011). An examination of serotonin and psychological variables in the relationship between exercise and mental health. *Scand J Med Sci Sports*, 21(3), 474-481.
- Wisloff, U., Stoylen, A., Loennechen, J. P., Bruvold, M., Rognum, O., Haram, P. M., . . . Skjaerpe, T. (2007). Superior cardiovascular effect of aerobic interval

- training versus moderate continuous training in heart failure patients: a randomized study. *Circulation*, 115(24), 3086-3094.
- Withers, R. T., Smith, D. A., Tucker, R. C., Brinkman, M., & Clark, D. G. (1998). Energy metabolism in sedentary and active 49- to 70-yr-old women. *J Appl Physiol*, 84(4), 1333-1340.
- Wong, S. L., Colley, R., Connor Gorber, S., & Tremblay, M. (2011). Actical accelerometer sedentary activity thresholds for adults. *J Phys Act Health*, 8(4), 587-591.
- Wong, S. L., & Leatherdale, S. T. (2009). Association between sedentary behavior, physical activity, and obesity: inactivity among active kids. *Prev Chronic Dis*, 6(1), A26.
- Yaffe, K., Fiocco, A. J., Lindquist, K., Vittinghoff, E., Simonsick, E. M., Newman, A. B., . . . Harris, T. B. (2009). Predictors of maintaining cognitive function in older adults: the Health ABC study. *Neurology*, 72(23), 2029-2035.
- Yanagibori, R., Kondo, K., Suzuki, Y., Kawakubo, K., Iwamoto, T., Itakura, H., & Gunji, A. (1998). Effect of 20 days' bed rest on the reverse cholesterol transport system in healthy young subjects. *J Intern Med*, 243(4), 307-312.
- Yarasheski, K. E., Pak-Loduca, J., Hasten, D. L., Obert, K. A., Brown, M. B., & Sinacore, D. R. (1999). Resistance exercise training increases mixed muscle protein synthesis rate in frail women and men ≥ 76 yr old. *Am J Physiol*, 277(1 Pt 1), E118-125.
- Yarasheski, K. E., Zachwieja, J. J., & Bier, D. M. (1993). Acute effects of resistance exercise on muscle protein synthesis rate in young and elderly men and women. *Am J Physiol*, 265(2 Pt 1), E210-214.
- Yates, T., Khunti, K., Wilmot, E. G., Brady, E., Webb, D., Srinivasan, B., . . . Davies, M. J. (2012). Self-reported sitting time and markers of inflammation, insulin resistance, and adiposity. *Am J Prev Med*, 42(1), 1-7.
- Yates, T., Wilmot, E. G., Davies, M. J., Gorely, T., Edwardson, C., Biddle, S., & Khunti, K. (2011). Sedentary behavior: what's in a definition? *Am J Prev Med*, 40(6), e33-34; author reply e34.
- Yau, M. K. (2008). Tai Chi exercise and the improvement of health and well-being in older adults. *Med Sport Sci*, 52, 155-165.
- Yeager, K. K., Macera, C. A., Eaker, E., & Merritt, R. K. (1991). Time trends in leisure-time physical activity: another perspective. *Epidemiology*, 2(4), 313-316.
- Zderic, T. W., & Hamilton, M. T. (2006). Physical inactivity amplifies the sensitivity of skeletal muscle to the lipid-induced downregulation of lipoprotein lipase activity. *J Appl Physiol*, 100(1), 249-257.

ANNEXE A

Questionnaire téléphonique pour recrutement

Projet : Protéines et l'exercice pour aider à maintenir la fonction musculaire chez les personnes âgées

QUESTIONNAIRE TÉLÉPHONIQUE

Date de l'appel : ____/____/____	Initiales du recruteur : _____
Éligible <input type="checkbox"/> OUI	<input type="checkbox"/> NON
Non éligible Raison : _____	
Non éligible est d'accord d'être recontacté <input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON	

Sociodémographique

Nom :	
Prénom :	
DDN :	Âge actuel :
Poids (kg) :	Poids (lbs) :
Taille (cm) :	Taille (po) :
IMC kg/m ² :	
Téléphone au domicile :	
Adresse courriel :	
Adresse postale :	
À entendu parler du projet :	

Condition physique et habitudes de vie

Perte de force ou de masse musculaire? OUI NON
Si OUI, depuis quand? _____

Des faiblesses dans vos tâches quotidiennes? OUI NON
Incapacités physiques? OUI NON

Douleurs qui pourraient vous empêcher à faire de la musculation? OUI NON
Si OUI, Quoi? _____

Participation à un ou des programme(s) d'exercices structurés? OUI NON
Si OUI, combien de fois par semaine? _____

Tabagisme : OUI NON
Alcool (# de fois/semaine) : _____

Poids stable dans les derniers 6 mois? OUI NON

Questionnaire téléphonique pour recrutement (suite)

Projet : Protéines et l'exercice pour aider à maintenir la fonction musculaire chez les personnes âgées

Questions sur la santé :

Hypertension : OUI NON
Si OUI, est-ce contrôlé? _____ Depuis quand? _____

Diabète: OUI [Click here to enter text.](#) NON

Historique AVC (x 5ans) : OUI [Click here to enter text.](#) NON

Historique MCV (x 5 ans) : OUI [Click here to enter text.](#) NON

Problèmes rénaux : OUI [Click here to enter text.](#) NON

Cancer (x 5ans): OUI [Click here to enter text.](#) NON

(sauf bénin, peau et thyroïde)

Autres problèmes de santé ?

Questions sur les médicaments et autres

Suppléments alimentaires? OUI, lesquels? [Click here to enter text.](#) NON

Rx Béta-bloquants : OUI lesquels? [Click here to enter text.](#) NON

Rx Cholestérol : OUI lesquels? [Click here to enter text.](#) NON

Rx Diurétique : OUI lesquels? [Click here to enter text.](#) NON

Autre Rx (médicaments et raison pour laquelle ils sont prescrits) :

Questions sur les allergies et intolérance

Intolérance au lactose? OUI [Click here to enter text.](#) NON

Allergique à la protéine bovine? OUI [Click here to enter text.](#) NON

Allergies aux fruits? OUI, lesquels? [Click here to enter text.](#) NON

Allergies au lait? OUI [Click here to enter text.](#) NON

Autres:

--	--	--

Questionnaire téléphonique pour recrutement (suite)

Projet : Protéines et l'exercice pour aider à maintenir la fonction musculaire chez les personnes âgées

Accepteriez-vous de vous déplacer 3x/semaines pendant 16 semaines pour suivre un programme d'activité physique et vous soumettre à 5 bilans de santé (visites d'évaluation) qui seront effectués avant, pendant et après le projet ?

OUI Click here to enter text. NON

Prévoyez-vous vous absenter pendant plus de 2 semaines pendant cette période? (utilisez votre jugement avant d'exclure quelqu'un sur cette base)

OUI Click here to enter text. NON

Est-ce que compléter un journal alimentaire 3 fois pendant l'intervention vous rebute?

OUI Click here to enter text. NON

Si éligible, formulaire de consentement envoyé	<input type="checkbox"/> OUI	<input type="checkbox"/> NON
Rendez-vous visite 1: _____/_____/_____	Heure: _____	
Indiqué dans lotus:	<input type="checkbox"/> OUI	<input type="checkbox"/> NON

ANNEXE B

Formulaire de consentement et d'informations



Centre de recherche
sur le vieillissement

Centre de recherche en santé et en services sociaux –
Institut de gerontologie et de gériatrie –
Université de Montréal

FORMULAIRE D'INFORMATION ET DE CONSENTEMENT A LA RECHERCHE

TITRE DU PROJET DE RECHERCHE

Les protéines de différentes sources et l'exercice pour aider à maintenir la fonction musculaire chez les personnes âgées

ÉQUIPE

Chercheuse principale : Isabelle J. Dionne, Ph.D.
Infirmière de recherche : Martine Fisch
Étudiant : Mathieu Maltais, MScKin
Coordonnatrice : Karine Perreault, BScKin

NUMÉRO DE DOSSIER

2012-12

PRÉAMBULE

Nous sollicitons votre participation à un projet de recherche. Cependant, avant d'accepter de participer à cette recherche, veuillez prendre le temps de lire, de comprendre et de considérer attentivement les renseignements qui suivent.

Ce formulaire vous explique le but de cette étude, les procédures, les avantages, les risques et les inconvénients, de même que les personnes avec qui communiquer au besoin. Ce formulaire peut contenir des mots que vous ne comprenez pas. Nous vous invitons à poser toutes les questions que vous jugerez utiles à la chercheuse responsable du projet ou aux autres membres du personnel affectés au projet de recherche et à leur demander de vous expliquer tout mot ou renseignement qui n'est pas clair.

Si vous acceptez de participer à ce projet, vous devrez signer le consentement à la fin du présent document et nous vous en remettrons une copie pour vos dossiers.

NATURE ET OBJECTIFS DU PROJET DE RECHERCHE

Le présent projet vise à évaluer l'utilisation de différents types de protéines provenant de diverses sources après une séance d'entraînement sur la masse musculaire et la capacité physique chez les hommes âgés sarcopéniques (qui ont une faible masse musculaire).

Plus spécifiquement, les chercheurs souhaitent :

- Vérifier l'efficacité de la consommation de protéines après l'exercice sur la masse musculaire et les capacités physiques
- Vérifier l'impact de l'exercice et des protéines sur les lipides sanguins (cholestérol-LDL ou « mauvais » cholestérol, cholestérol-HDL ou « bon » cholestérol, cholestérol total) et les triglycérides

Initiales du participant: _____

Version 3 du 27 janvier 2013

Page 1 de 12

CER du CSSS-IRUSS
Approuvé par: S.F.
Le: 02-02-2013

Formulaire de consentement et d'informations (suite)

Les protéines de différentes sources et l'exercice pour aider à maintenir la fonction musculaire chez les personnes âgées
2012-12

- Vérifier l'impact de l'exercice et des protéines sur certaines enzymes du foie
- Vérifier l'impact de l'exercice et des protéines sur une hormone qui contrôle la faim
- Évaluer l'impact du programme sur la capacité de votre corps à utiliser de l'énergie
- Évaluer l'impact de l'exercice sur la dépense énergétique quotidienne et les comportements sédentaires

La durée totale du projet est d'un an, le temps de recruter 45 participants à Sherbrooke. Cependant, votre participation au projet durera 18 semaines (incluant les journées d'évaluation et 16 semaines d'entraînement).

DÉROULEMENT DU PROJET DE RECHERCHE

- Les visites se feront au Pavillon D'Youville du CSSS-IUGS au CDRV (Unité 56)
- Vous serez suivi pendant 16 semaines
- Au total, vous participerez à 5 visites d'évaluations (tests et questionnaires) : deux avant l'intervention, deux pendant et une après. Veuillez consulter les pages suivantes pour connaître précisément le déroulement de chacune d'entre elles. De façon générale, ces visites visent à évaluer :
 - Votre composition corporelle (masse grasse, masse musculaire et densité de vos os)
 - Votre métabolisme de repos (la quantité d'énergie que vous dépensez au repos)
 - Votre bilan sanguin (échantillons sanguins à jeun)
 - Votre capacité physique (tests de marche, équilibre, force maximale des jambes)
 - Votre apport alimentaire quotidien (mesuré à l'aide d'un journal alimentaire)
 - Votre niveau d'activité physique (mesuré à l'aide du questionnaire PASE)
 - Votre dépense énergétique quotidienne et le niveau de comportements sédentaires
 - Quelques informations d'ordre général sur votre âge, votre état civil, votre scolarité, etc.

DÉROULEMENT DES 2 PREMIÈRES VISITES (AU DÉBUT DE L'INTERVENTION)

Visite 1 (environ 3h00)

- 7h00** Arrivée du participant, lecture et signature du formulaire de consentement
- 7h30** Mesure du poids, de la taille et de la composition corporelle (masse grasse, masse musculaire et densité de vos os)
- 8h00** Questionnaires sociodémographique (âge, état civil, etc.), d'historique familial (historique de diabète, maladies cardiovasculaires, etc.) et d'habitudes de vie (passé sportif, etc.)
- 8h30** Tests de capacité physique (test de force des jambes, des bras, vitesse de marche, test assis-debout et tests d'équilibre), remise et explication du journal alimentaire
- 10h00** Fin de la visite

Initiales du participant: _____
Version 3 du 27 janvier 2013

Page 2 de 12



Formulaire de consentement et d'informations (suite)

Les protéines de différentes sources et l'exercice **pour aider à maintenir la fonction musculaire chez les personnes âgées**
2012-12

Visite 2 (environ 1h15)

- 7h00** Arrivée du participant, à jeun depuis 12h, et retour du journal alimentaire
7h15 Mesure du métabolisme de repos en position couchée où un masque est placé sur votre visage
7h45 Prise de sang (environ 2 c. à table)
8h15 Petit déjeuner et explication du journal d'activités physiques ainsi que du port de l'Actical pendant deux journées (une journée sans entraînement et la première journée d'entraînement)
8h45 Fin de la visite

DÉROULEMENT DE LA VISITE À LA MI-INTERVENTION (8 SEMAINES)

*Nous allons émettre un deuxième journal alimentaire à la séance d'exercice une semaine précédant la visite

Visite 3 (45 minutes)

- 7h00** Arrivée du participant et retour du journal alimentaire
7h15 Prise de sang (environ 1 c. à table)
7h45 Petit déjeuner et fin de la visite

*Lors de la dernière semaine d'entraînement, le journal d'activités physiques et le port de l'Actical seront répétés pendant deux journées (une journée sans entraînement à votre choix et le premier jour d'entraînement de la dernière semaine d'entraînement).

DÉROULEMENT DE LA DERNIÈRE SÉANCE D'ENTRAÎNEMENT

Visite 4 (2h30)

- 7h00** Arrivée du participant
7h15 Remise du questionnaire d'habitude de vie
7h30 Mesure du poids, de la taille et de la composition corporelle (masse grasse, masse musculaire et densité de vos os).
7h45 Tests de capacité physique (test de force des jambes, des bras, vitesse de marche, test d'équilibre, test assis-debout), remise et explication du journal alimentaire
9h30 Fin de la visite.

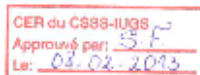
DÉROULEMENT DE LA DERNIÈRE VISITE (À LA FIN DES 16 SEMAINES)

Visite 5 (environ 1h30)

- 7h00** Arrivée du participant, à jeun depuis 12h, et retour du journal alimentaire
7h15 Mesure du métabolisme de repos en position couchée où un masque est placé sur votre visage.
7h45 : Prise de sang (environ 2 c. à table)

Initiales du participant: _____
Version 3 du 27 janvier 2013

Page 3 de 12



Formulaire de consentement et d'informations (suite)

Les protéines de différentes sources et l'exercice pour aider à maintenir la fonction musculaire chez les personnes âgées
2012-13

8h30 Petit déjeuner et fin de la visite.

- Vous complétez 3 séances d'exercice de musculation par semaine avec un kinésologue (professionnel de l'activité physique) et/ou un stagiaire en kinésiologie formé pour le projet pendant 16 semaines. Pendant ces séances, le kinésologue supervisera la salle d'entraînement pour assurer la sécurité et le contrôle des exercices
- La durée des séances d'exercice sera d'environ 60 minutes à chaque fois
- La dernière séance d'entraînement servira de journée d'évaluation identique à la visite 1
- Le dernier jour du journal alimentaire **doit être complété** le jour avant la deuxième visite. Cette consigne est valable seulement pour le début et la fin de l'intervention
- Toutes les interventions et les évaluations seront réalisées au CDRV

COLLABORATION DU PARTICIPANT AU PROJET DE RECHERCHE : L'INTERVENTION

Votre participation durera 16 semaines. Elle consiste, d'une part, à la prise d'une collation contenant des protéines après chaque séance d'exercice. D'autre part, l'intervention inclut un programme d'activité physique en musculation.

Vous consommerez un breuvage ou une collation immédiatement après la séance d'exercice, à toutes les séances d'exercice, et ce, durant toute l'intervention (16 semaines). Les breuvages ou collations seront préparés et distribués au Centre de recherche sur le vieillissement par un membre de l'équipe de recherche (professionnel ou étudiant).

Le programme d'exercices consiste en 3 séances par semaine d'environ 60 minutes, qui inclut 10 minutes d'échauffement aérobique et 50 minutes d'exercices de musculation. Les séances sont offertes sur trois créneaux horaires (matin, après-midi et soir), les lundis, mercredis et vendredis. Elles auront lieu dans la salle d'entraînement du Centre de recherche sur le vieillissement (CDRV), au local 5636. Cette salle est réservée uniquement aux individus qui participent à nos projets de recherche. Chaque séance est supervisée par un(e) kinésologue et/ou un stagiaire en kinésiologie formé pour le projet afin d'assurer une pratique sécuritaire et optimale.

RISQUES ASSOCIÉS AU PROJET DE RECHERCHE

Vous serez soumis à une faible radiation lors du test de composition corporelle. Cependant, cette radiation se situe largement sous les normes annuelles de radiation permise. Cette radiation est dix fois moins importante qu'une radiographie dentaire. Par ailleurs, les prélèvements sanguins pourraient engendrer un certain inconfort pendant le prélèvement sanguin. Une contusion (un bleu) peut aussi apparaître au lieu d'insertion de l'aiguille. La contusion disparaît généralement dans les jours suivants. La prise de protéines pourrait occasionner certains effets secondaires, comme des inconforts gastro-intestinaux (reflux, gonflement ou constipation). L'arrêt de la consommation de protéines permettra un retour à la

Initiales du participant: _____
Version 3 du 27 janvier 2013

Page 4 de 12

CER du CSSS-UGS
Approuvé par: S.F.
Le: 08-02-2013

Formulaire de consentement et d'informations (suite)

Les protéines de différentes sources et l'exercice pour aider à maintenir la fonction musculaire chez les personnes âgées
2012-12

normale. De plus, certains risques sont inhérents à l'exécution d'exercices physiques : problèmes articulaires, musculaires ou de nature cardiaque. La supervision des séances par un kinésiologue est destinée à minimiser ces risques.

INCONVÉNIENTS

Après les séances d'exercices, il est probable que vous ressentiez des courbatures dans les jours qui suivent. Ces courbatures sont fréquentes lorsque l'on initie un programme d'activités physiques, mais diminuent généralement avec l'entraînement.

AVANTAGES

Outre le fait de contribuer à faire avancer les connaissances sur la prévention de perte de masse musculaire avec le vieillissement, vous profiterez d'un programme d'exercices et d'une supplémentation nutritionnelle sur une période de 16 semaines. Enfin, vous recevrez des informations utiles sur votre santé suite à vos visites en laboratoire.

PARTICIPATION VOLONTAIRE ET POSSIBILITÉ DE RETRAIT

Votre participation à ce projet de recherche est volontaire. Vous êtes donc libre de refuser d'y participer. Vous pouvez également vous retirer de ce projet à n'importe quel moment, sans avoir à donner de raisons, en faisant connaître votre décision à la chercheuse responsable du projet ou à l'un des membres du personnel affectés au projet.

La chercheuse responsable de l'étude, l'organisme subventionnaire et le Comité d'éthique de la recherche du CSSS-IUGS peuvent mettre fin à votre participation au projet de recherche, sans votre consentement, si de nouvelles découvertes ou informations indiquent que votre participation au projet n'est plus dans votre intérêt, si vous ne respectez pas les consignes du projet de recherche ou s'il existe des raisons administratives d'abandonner le projet.

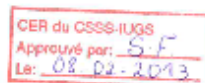
Si vous vous retirez ou si vous êtes retiré du projet, l'information déjà obtenue dans le cadre de ce projet sera conservée aussi longtemps que nécessaire pour assurer votre sécurité tout comme celle des autres participants de recherche et rencontrer les exigences réglementaires. Toute nouvelle connaissance acquise durant le déroulement du projet qui pourrait affecter votre décision de continuer d'y participer vous sera communiquée sans délai, verbalement et par écrit.

CONFIDENTIALITÉ

Durant votre participation à ce projet, la chercheuse responsable ainsi que son personnel recueilleront et consigneront dans un dossier de recherche les renseignements qui vous concernent. Seuls les renseignements nécessaires pour répondre aux objectifs scientifiques de ce projet seront recueillis.

Initiales du participant: _____
Version 3 du 27 janvier 2013

Page 5 de 12



Formulaire de consentement et d'informations (suite)

Les protéines de différentes sources et l'exercice pour aider à maintenir la fonction musculaire chez les personnes âgées
2012-12

Ces renseignements (données) comprendront les informations suivantes :

- Votre nom, votre adresse, votre sexe et votre date de naissance
- Votre état de santé passé et présent
- Vos habitudes de vie
- Les résultats de tous les tests, de tous les examens et de toutes les procédures que vous aurez à faire durant ce projet.

Tous les renseignements recueillis demeureront strictement confidentiels dans les limites prévues par la loi. Afin de préserver votre identité et la confidentialité des renseignements recueillis, vous serez identifié par un numéro de code. La clé du code reliant votre nom à votre dossier de recherche sera conservé par la chercheuse responsable.

À la fin du projet de recherche, vos données seront anonymisées, c'est-à-dire qu'il sera impossible de lier vos données à votre nom, prénom, coordonnées ou date de naissance.

Ainsi, elles pourront :

- Être publiées dans des revues spécialisées
- Faire l'objet de discussions scientifiques
- Servir pour d'autres analyses reliées au projet
- Servir pour l'élaboration de projets de recherche futurs.

Concernant vos renseignements personnels (votre nom et/ou coordonnées), ils seront conservés pendant 5 ans après la fin du projet par la chercheuse responsable et seront détruits selon les normes en vigueur au CSSS-IUGS par la suite.

- Cependant, durant cette période, dans l'éventualité où des projets de recherche similaires à celui-ci se réaliseraient, acceptez-vous qu'un membre de l'équipe de recherche prenne contact avec vous pour vous proposer une nouvelle participation? Bien sûr, lors de cet appel, vous seriez entièrement libre d'accepter ou de refuser de participer.

OUI NON

Les personnes suivantes pourront consulter votre dossier de recherche :

- Vous-même, pour vérifier les renseignements recueillis et les faire rectifier au besoin et ce, aussi longtemps que la chercheuse responsable ou le CSSS-IUGS détiennent ces informations. Cependant, afin de préserver l'intégrité scientifique du projet, vous pourriez n'avoir accès à certaines de ces informations qu'une fois votre participation terminée.
- Une personne mandatée par le CÉR du CSSS-IUGS, le CSSS-IUGS ou par des organismes publics autorisés et ce, à des fins de surveillance et de contrôle. Toutes ces personnes et tous ces organismes adhèrent à une politique de confidentialité.

Initiales du participant: _____
Version 3 du 27 janvier 2013

Page 6 de 12

CER du CSSS-IUGS
Approuvé par: S.F.
Le: 08.02.2013

Formulaire de consentement et d'informations (suite)

Les protéines de différentes sources et l'exercice pour aider à maintenir la fonction musculaire chez les personnes âgées
2012-12

FINANCEMENT DU PROJET DE RECHERCHE

La chercheuse responsable du projet a reçu un financement d'un organisme subventionnaire fédéral reconnu pour mener à bien ce projet de recherche.

INDEMNISATION EN CAS DE PRÉJUDICE ET DROITS DU PARTICIPANT DE RECHERCHE

Si vous deviez avoir quelque préjudice que ce soit dû à votre participation au projet de recherche, vous recevrez tous les soins et services requis par votre état de santé, sans frais de votre part.

En acceptant de participer à ce projet, vous ne renoncez à aucun de vos droits ni ne libérez les chercheurs ou le CSSS-IUGS de leur responsabilité civile et professionnelle.

COMPENSATION

Un montant forfaitaire de 30\$ vous sera remis (soit 10\$ après chaque visite) pour couvrir vos frais de déplacement et de stationnement lors des visites d'évaluation.

IDENTIFICATION DES PERSONNES-RESSOURCES

Si vous avez des questions concernant le projet de recherche ou si vous éprouvez un problème que vous croyez relié à votre participation au projet de recherche, vous pouvez communiquer avec la chercheuse responsable, l'infirmière de recherche ou l'étudiant responsable du projet de recherche aux numéros suivants :

Pre Isabelle Dionne 819-780-2220, poste 45671

Martine Fisch : 819-780-2220; poste 45141

Mathieu Maltais : 819-780-2220; poste 45310

Pour toute question concernant vos droits en tant que participant à ce projet de recherche ou si vous avez des plaintes ou des commentaires à formuler, vous pouvez communiquer avec le commissaire local aux plaintes et à la qualité des services du CSSS-IUGS au numéro suivant : 819-562-9121, poste 40204.

SURVEILLANCE DES ASPECTS ÉTHIQUES DU PROJET DE RECHERCHE

Le comité d'éthique de la recherche du CSSS-IUGS a approuvé ce projet de recherche et en assure le suivi annuel. De plus, il approuvera au préalable toute révision et toute modification apportée au formulaire d'information et de consentement et au protocole de recherche.

AUTORISATION DE TRANSMETTRE LES RÉSULTATS AU MÉDECIN DE FAMILLE

Si vous acceptez de participer à ce projet, nous devons effectuer certains tests de dépistage. Tout résultat concernant votre état de santé en dehors des limites normales pour votre âge et votre sexe vous sera communiqué par l'entremise d'un médecin de votre choix. Vous pouvez refuser de connaître vos résultats.

Initiales du participant: _____

Version 3 du 27 janvier 2013

Page 7 de 12



Formulaire de consentement et d'informations (suite)

Les protéines de différentes sources et l'exercice pour aider à maintenir la fonction musculaire chez les personnes âgées
2012-12

- 1) J'autorise la chercheuse à informer mon médecin traitant de ma participation à ce projet
 OUI NON
- 2) J'autorise la chercheuse à transmettre à mon médecin traitant les informations pertinentes si ces informations peuvent avoir une utilité clinique
 OUI NON

Nom et adresse du médecin traitant:

ÉCHANTILLONS DE SANG POUR L'ÉTUDE EN COURS OU DES RECHERCHES FUTURES

Les échantillons de sang sont codés. Seule la chercheuse principale détient le lien permettant de relier le sujet au code. Les échantillons seront entreposés dans un congélateur prévu à cet effet au Centre de recherche sur le vieillissement du CSSS-IUGS pendant une période de 10 années et seront détruits par la suite.

Pour l'étude en cours ou pour des recherches futures portant sur l'activité physiques, acceptez-vous que votre échantillon codé soit congelé et conservé pendant 10 années et détruit par la suite sans qu'aucune analyse génétique ne soit faite sur votre échantillon ?

OUI NON

Si le participant a indiqué «non», les échantillons seront détruits d'après les normes en vigueur du CSSS-IUGS après la collecte des données du présent projet.

Initiales du participant: _____
Version 3 du 27 janvier 2013

Page 8 de 12

CER du CSSS-IUGS
Approuvé par: S.F.
Le: 08 02 2013

Formulaire de consentement et d'informations (suite)

Les protéines de différentes sources et l'exercice **pour aider à maintenir la fonction musculaire chez les personnes âgées**
2012-12

CONSENTEMENT DU PARTICIPANT

J'ai pris connaissance du présent formulaire d'information et de consentement. Je reconnais qu'on m'a expliqué le projet, qu'on a répondu à mes questions et qu'on m'a laissé le temps voulu pour prendre une décision.

Je consens à participer à ce projet de recherche aux conditions qui y sont énoncées.

Une copie signée et datée du présent formulaire d'information et de consentement me sera remise.

Nom et signature du participant

Date

ENGAGEMENT DE LA PERSONNE QUI OBTIENT LE CONSENTEMENT

J'ai expliqué au participant les termes du présent formulaire d'information et de consentement et j'ai répondu aux questions qui m'ont été posées.

Nom et signature de la personne qui obtient le consentement

Date

ENGAGEMENT DE LA CHERCHEURE RESPONSABLE DU PROJET DE RECHERCHE

Je m'engage, avec mon équipe de recherche, à respecter ce qui a été convenu au présent formulaire d'information et de consentement et à ce qu'une copie signée soit remise au participant.

Je m'engage également à respecter le droit de retrait du participant et à l'informer de toute nouvelle connaissance acquise durant le déroulement du projet qui pourrait modifier sa décision de continuer d'y participer.

Isabelle Dionne, chercheure du projet de recherche

Date

Initiales du participant: _____
Version 3 du 27 janvier 2013

Page 9 de 12



Formulaire de consentement et d'informations (suite)

Les protéines de différentes sources et l'exercice pour aider à maintenir la fonction musculaire chez
les personnes âgées
2012-12

ANNEXE 1: L'EXPLICATION ET DÉROULEMENT DES MESURES

LA COMPOSITION CORPORELLE

La composition corporelle est mesurée à l'aide d'un appareil qui émet des rayons X à absorption d'énergie de double densité qui détecte la différence de densité de chacun des tissus : os, muscles, organes et graisses. Nous appelons cet appareil : DXA. Cette mesure est prise avec le participant couché sur le dos sur une table conçue à cet effet sans objet métallique sur lui. Un lecteur de densité effectue un scan de la tête aux pieds. La dose de radiation est très faible et le test ne représente aucun risque irraisonnable pour le participant. La durée de ce test est environ 10 minutes.

LE MÉTABOLISME DE REPOS

Le métabolisme de repos représente la dépense énergétique minimale d'un individu au repos. La mesure du métabolisme de repos se fait en position allongée, dans une chambre silencieuse et sombre, dont la température ambiante est confortable. Un masque, placé autour de la bouche et du nez du participant, est relié à un analyseur de gaz par un tuyau flexible. Ce masque recueille le CO₂ expiré et mesure l'oxygène consommé par le participant. La durée du test est de 30 minutes.

ÉCHANTILLONS SANGUINS


Un cathéter est inséré dans l'avant-bras du participant. Trente millilitres (30 ml) de sang (2 cuillère à tables) sont recueillis pour les analyses du profil lipidique, du niveau d'inflammation, de la fonction hépatique, du niveau de l'hormone de la faim et de la fonction rénale. La procédure est exécutée par une infirmière qualifiée. La durée de ce test est d'environ 30 minutes.

TEST DE CAPACITÉ PHYSIQUE

Les tests de capacité physique impliquent l'évaluation de la force musculaire sur appareils de musculation. Ensuite, quelques tests qui reflètent des tâches quotidiennes seront exécutés. Soit, le « timed up and go » (TUG) : le participant doit se lever d'une chaise et marcher 3 mètres et revenir s'asseoir. Le « sit and stand » qui exige que le participant s'assoit et se relève d'une chaise cinq fois le plus vite possible. Deux tests d'équilibre seront réalisés pour mesurer l'équilibre du participant. Le premier test d'équilibre implique que le participant soit en équilibre sur un pied pendant 60 secondes. Le deuxième test d'équilibre est mesuré en demandant au participant de se tenir debout, les pieds côte-à-côte, et ensuite légèrement

Initiales du participant: _____
Version 3 du 27 janvier 2013

Page 10 de 12

CER du CSSS-IUGS
Approuvé par: 
Le: 08-02-2013

Formulaire de consentement et d'informations (suite)

Les protéines de différentes sources et l'exercice pour aider à maintenir la fonction musculaire chez les personnes âgées
2012-12

décalés. Finalement, la vitesse de marche mesure le temps que prend le participant pour franchir une distance de 5 mètres. Ces tests ont une durée d'une heure et demie (1h30).

JOURNAL ALIMENTAIRE (3 jours)

Le journal alimentaire consiste à consigner par écrit les aliments et les breuvages que vous consommerez durant une période de trois jours. Le journal alimentaire permet d'estimer l'apport calorique du participant.

QUESTIONNAIRE D'ACTIVITÉ PHYSIQUE : PASE (Physical activity scale for the elderly)

Pendant la visite, vous remplirez un questionnaire sur vos habitudes de vie au niveau de l'activité physique puisque nous voulons à travers notre étude vérifier l'effet d'un programme d'activité physique. Vous devrez indiquer durant les sept derniers jours, les activités physiques quotidiennes ou de loisirs principalement pratiqués à travers leurs intensités, leurs durées et leurs fréquences. L'addition de toutes les activités produit un score global représentant la dépense énergétique d'activité physique. Ce questionnaire demande peu de temps et est écrit dans un langage compréhensible par tous.

ACTICAL ET LA DÉPENSE ÉNERGÉTIQUE

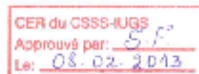
L'Actical est un accéléromètre qui mesure la dépense énergétique d'un individu. Il doit être porté au niveau de la hanche, aligné au genou et permet d'enregistrer les accélérations du corps. Cette mesure nous permet d'estimer dans quelle mesure l'entraînement influence votre balance énergétique quotidienne. Vous le porterez lors de deux journées : une avec entraînement et une journée sans entraînement, au début et à la fin de l'étude.

JOURNAL D'ACTIVITÉS PHYSIQUES

Le journal d'activités physiques comprend des périodes dans lesquelles vous devez reporter quelle a été votre activité prédominante au cours des 15 minutes précédentes. Ce journal nous permet d'évaluer le temps passé à faire des activités sédentaires (activités à faible coût énergétique). Vous devez le remplir en même temps que vous porterez l'Actical, soit lors de deux journées : une avec entraînement et une journée sans entraînement, au début et à la fin de l'étude.

Initiales du participant: _____
Version 3 du 27 janvier 2013

Page 11 de 12



Formulaire de consentement et d'informations (suite)

UNIVERSITÉ LAVAL
 MÉDECINE
 DÉPARTEMENT DE GÉRIATRIE
 CENTRE DE RECHERCHE SUR LE VIEILLESSEMENT



ANNEXE 2 : CALENDRIER DES VISITES D'ÉVALUATION

	Durée du projet de recherche (semaines)									
	Début/Pré-intervention		Intervention (programme d'exercices et supplément en protéines) 16 semaines						Fin intervention	
	Sem 1	Sem 2*	Sem 3-5	Sem 5-8	Sem 8	Sem 9-12	Sem 12-15	Sem 16*	Sem 17-18	
Questionnaires	V1								V5	
Tension artérielle et fréquence cardiaque			V2						V5	
Taille et poids	V1							V4		
Métabolisme de repos			V2							V5
Composition corporelle	V1							V4		
Tests de capacité physique	V1							V4		
Prise de sang à jeun			V2		V3				V5	
Journal alimentaire	V1				V3			V4		

*Prenez note que les semaines 2 et 16, vous aurez à remplir le journal d'activités physiques et à porter l'Actual au cours de 2 journées : une journée avec entraînement (première journée d'entraînement de la semaine) et une journée sans entraînement (au choix)

Initials du participant: _____
 Version 3 du 27 janvier 2013

CER ou CESS-LOGIS
 Approuvé par: *[Signature]*
 Le: 08.04.2013

ANNEXE C

Questionnaire sur l'aptitude à l'activité physique

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 et 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 participez 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 une autre raison 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.

Formulaire 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
ou 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 répondiez «OUI» à l'une des sept questions.



© Société canadienne de physiologie de l'exercice www.csep.ca/forms

ANNEXE D

Feuilles de route

Feuille de route de la visite 1

Visite	DATE DE VISITE JJ/MM/AAAA	ID SUJET
1		

NOM : _____ PRÉNOM : _____

État civil : En couple Célibataire

ADRESSE Numéro civique : _____
Rue : _____
Ville : _____
Province : _____
Pays : _____
Code Postal : _____

TÉLÉPHONE Résidence : () _____
Travail : () _____ Poste _____
Autre : () _____
Adresse courriel : _____

DDN ___/___/___ ÂGE ___ ans
(JJ/MM/AAAA)

PPD : _____

Médicaments et suppléments alimentaires:

Commentaires :

Personne à contacter en cas d'urgence : _____

Téléphone : _____

Nom médecin : _____

Clinique : _____

Feuille de route de la visite 1 (suite)

Visite 1	DATE DE VISITE JJ/MM/AAAA	ID SUJET
-------------------------------	--	-----------------

FEUILLE DE ROUTE

QUESTIONNAIRE

Est-ce que le questionnaire Q-AAP a été remis? OUI NON

X-AAP nécessaire ? OUI NON

MESURES ANTHROPOMÉTRIQUES

Poids : _____ kg _____ lbs

Taille : _____ cm _____ po

Tour de taille :

-Prise 1 : _____ cm

-Prise 2 : _____ cm

-Prise 3 : _____ cm *seulement s'il y a une différence de plus d'un centimètre entre les deux premiers essais.

Moyenne : _____ cm

Pression artérielle : _____ / _____ mmHg FC : _____ bpm (Position couchée après le DEXA)

DEXA

Composition corporelle

Rachis (L2-L4)

Fémur gauche

IMM total : _____ (kgMM/m²)

IMMapp : _____ (kgMMapp/m²)

Est-ce que le participant est sarcopénique? OUI NON

Si «non», le participant est exclu, ne pas lui faire les tests de capacité physique

Critères de sarcopénie:

		Type 1	Type 2
Masse musculaire totale	MM(kg)/taille ² (m) :	18,04-16,6 kg/m ² <input type="checkbox"/>	≤16,6 kg/m ² <input type="checkbox"/>
Masse musculaire appendiculaire	MMappendiculaire(kg)/taille ² (m)	9,29-8,51 kg/m ² <input type="checkbox"/>	≤8,51 kg/m ² <input type="checkbox"/>

Feuille de route de la visite 1 (suite)

Visite	DATE DE VISITE JJ/MM/AAAA	ID SUJET
1		

QUESTIONNAIRE

Est-ce que le questionnaire PASE a été remis? OUI NON

SCORE PASE : _____

JOURNAL ALIMENTAIRE

Est-ce que le journal alimentaire lui a été remis et expliqué? OUI NON

Est-ce qu'une balance lui a été prêtée? OUI NON

SI ÉLIGIBLE

Rendez-vous pour la visite 2 fixé? OUI NON

Date de la visite 2 : ____/____/____

Visite 2 indiquée dans lotus? OUI NON

Feuille de route de la visite 2

Visite	DATE DE VISITE JJ/MM/AAAA	ID SUJET
2		

FEUILLE DE ROUTE

- Le participant est-il à jeun? OUI NON
- Est-ce qu'il a pris ces médicaments? OUI NON
- Le participant a-t-il rempli le journal alimentaire? OUI NON

MÉTABOLISME DE REPOS

_____ : _____
Heure Minutes

AM

OUI

NON

La température de la pièce est-elle entre 22°C et 24°C?

Si «NON», température de la pièce (°C) _____

TENSION ARTÉRIELLE

Tension artérielle (bien relever le dossier du lit doucement)

(systolique/diastolique) : _____/_____ mmHg FC repos : _____ bpm

PRISE DE SANG

4 Tubes dorés :

- IL-6, TNF- α (laisser coaguler à T°C pièce, centrifuger, congeler à -80 °C)
- Fonction hépatique + supp. doré (laisser coaguler à T°C pièce, centrifuger, congeler à -80°C)
- CRP + Créatinine (envoyer au CHUS)
- APO-A1, APO-AII, APO-B, (envoyer au CHUS)

4 Tubes mauves :

- Ghréline active (Pefabloc + centrifugé immédiatement et congeler à -80 °C)
- Hsp72 + supplément mauve (laisser coaguler à T°C pièce, centrifuger, congeler à -80 °C)
- Acides gras libres (laisser coaguler à T°C pièce, centrifuger, congeler à -80°C)
- Formule sanguine complète (envoyer au CHUS)

Notes infirmière :

Feuille de route de la visite 2 (suite)

Visite	DATE DE VISITE JJ/MM/AAAA	ID SUJET
2		

A-t-on donné le journal d'AP au participant? OUI NON

A-t-on donné l'Actical+consignes au participant? OUI NON

Feuille de route de la visite 3

Visite	DATE DE VISITE JJ/MM/AAAA	ID SUJET
3		

JOURNAL ALIMENTAIRE

Est-ce que le journal alimentaire lui a été remis et expliqué? OUI NON

Est-ce que le journal alimentaire est conforme?

OUI NON

Est-ce qu'il manque des détails?

OUI NON

PRISE DE SANG

1 Tube doré :

Créatinine (envoyé au CHUS)

Notes infirmière :

Initiales évaluateur/évaluatrice : _____

Feuille de route de la visite 4

Visite 4	DATE DE VISITE JJ/MM/AAAA	ID SUJET
------------------------	-------------------------------------	-----------------

FEUILLE DE ROUTE

MESURES ANTHROPOMÉTRIQUES

Poids : _____ kg _____ lbs

Taille : _____ cm _____ po

Tour de taille :

-Prise 1 : _____ cm

-Prise 2 : _____ cm

-Prise 3 : _____ cm *seulement s'il y a une différence de plus d'un centimètre entre les deux premiers essais.

Moyenne : _____ cm

DEXA

Composition corporelle

Rachis (L2-L4)

Fémur gauche

IMM total : _____ (kgMM/m²)

IMMapp : _____ (kgMMapp/m²)

Est-ce que le participant est toujours sarcopénique? OUI NON

Critères de sarcopénie:

		Type 1	Type 2
Masse musculaire totale	MM(kg)/taille ² (m) :	18,04-16,6 kg/m ² <input type="checkbox"/>	≤16,6 kg/m ² <input type="checkbox"/>
Masse musculaire appendiculaire	MMappendiculaire(kg)/taille ² (m)	9,29-8,51 kg/m ² <input type="checkbox"/>	≤8,51 kg/m ² <input type="checkbox"/>

QUESTIONNAIRES

Est-ce que le PASE lui a été remis? OUI NON

SCORE PASE : _____

Feuille de route de la visite 4 (suite)

Visite	DATE DE VISITE JJ/MM/AAAA	ID SUJET
4		

JOURNAL ALIMENTAIRE

Est-ce que le journal alimentaire lui a été remis et expliqué*? OUI NON

Est-ce qu'une balance lui a été prêtée? OUI NON

*(Lui remettre aussi la 3^e journée du journal alimentaire, car il doit manger la même chose qu'à la troisième journée de son premier journal alimentaire)

A-t-il complété le journal d'activités physiques? OUI NON

SVP, vérifiez que le tableau est complété sans case vide

A-t-il remis l'Actical et les détails remplis des consignes? OUI NON

Feuille de route de la visite 5

Visite 5	DATE DE VISITE JJ/MM/AAAA	ID SUJET
------------------------	--	-----------------

FEUILLE DE ROUTE

Le participant est-il à jeun? OUI NON

Est-ce qu'il a pris ces médicaments? OUI NON

Le participant a-t-il rempli le journal alimentaire? OUI NON

Est-ce qu'il a mangé la même chose que le mardi en V1? OUI NON

MÉTABOLISME DE REPOS

_____ : _____ AM
Heure Minutes

OUI NON

La température de la pièce est-elle entre 22°C et 24°C?
Si «NON», température de la pièce (°C) _____

TENSION ARTÉRIELLE

Tension artérielle (bien relever le dossier du lit doucement)

(systolique/diastolique) : _____/_____ mmHg

FC repos : _____ bpm

PRISE DE SANG

4 Tubes dorés :

- IL-6, TNF- α (laisser coaguler à T°C pièce, centrifuger, congeler à -80 °C)
- Fonction hépatique + supp. doré (laisser coaguler à T°C pièce, centrifuger, congeler à -80°C)
- CRP + Créatinine (envoyer au CHUS)
- APO-A1, APO-AII, APO-B, (envoyer au CHUS)

4 Tubes mauves :

- Ghréline active (Pefabloc + centrifugé immédiatement et congeler à -80 °C)
- Hsp72 + supplément mauve (laisser coaguler à T°C pièce, centrifuger, congeler à -80 °C)
- Acides gras libres (laisser coaguler à T°C pièce, centrifuger, congeler à -80°C)
- Formule sanguine complète (envoyer au CHUS)

Notes infirmière:

ANNEXE E

Questionnaire sur le niveau d'activités physiques PASE

ÉCHELLE
D'ACTIVITÉS PHYSIQUES
POUR PERSONNES AGÉES

(Traduit de l'anglais: Physical Activity Scale for the elderly, PASE)

INSTRUCTIONS:

SVP compléter ce questionnaire en encerclant la bonne réponse ou en inscrivant votre réponse dans l'espace réservé à cette fin. Voici un exemple:

Durant les 7 derniers jours, combien de fois avez-vous vu le soleil ?

(0.) JAMAIS	(1.) RAREMENT (1-2 jours)	(2.) PARFOIS (3-4 jours)	(3.) SOUVENT (5-7 jours)
-------------	------------------------------	-----------------------------	-----------------------------

Répondre à tous les items le plus précisément possible. Cette information est strictement confidentielle.

Questionnaire PASE sur le niveau d'activité physique (suite)

ACTIVITÉS DE LOISIRS

1. Durant les 7 derniers jours, combien de fois avez-vous fait des activités assises (ex: lire, regarder la télévision ou activités artisanales) ?

(0.) JAMAIS
aller à la Q2

(1.) RAREMENT
(1-2 jours)

(2.) PARFOIS
(3-4 jours)

(3.) SOUVENT
(5-7 jours)



1a. Quelles étaient ces activités?

1b. Combien d'heures par jour, avez-vous consacré en moyenne à ces activités?

(1.) moins qu'une heure

(2.) 1 heure ou plus mais moins que 2 heures

(3.) 2-4 heures

(4.) plus que 4 heures

2. Durant les 7 derniers jours, combien de fois êtes-vous allé(e) vous promener à l'extérieur de votre maison ou de votre jardin? Par exemple, pour vous détendre ou pour faire de l'exercice, pour promener le chien, pour se rendre au travail, etc.?

(0.) JAMAIS
aller à la Q3

(1.) RAREMENT
(1-2 jours)

(2.) PARFOIS
(3-4 jours)

(3.) SOUVENT
(5-7 jours)



2a. En moyenne, combien d'heures par jour avez-vous marché ?

(1.) moins qu'une heure

(2.) 1 heure ou plus mais moins que 2 heures

(3.) 2-4 heures

(4.) plus que 4 heures

Questionnaire PASE sur le niveau d'activité physique (suite)

3. Durant les 7 derniers jours, combien de fois avez-vous fait un exercice léger ou des activités récréatives telles que jouer aux quilles ou au galet (shuffleboard), jouer au golf avec voiturette, pêcher ou d'autres activités similaires ?

(0.) JAMAIS aller à la Q4	(1.) RAREMENT (1-2 jours)	(2.) PARFOIS (3-4 jours)	(3.) SOUVENT (5-7 jours)
	↓	↓	↓

3a. Quelles étaient ces activités?

3b. Combien d'heures par jour, avez-vous consacré en moyenne à ces activités?

(1.) moins qu'une heure	(2.) 1 heure ou plus mais moins que 2 heures
(3.) 2-4 heures	(4.) plus que 4 heures

4. Durant les 7 derniers jours, combien de fois avez-vous fait un exercice d'intensité modéré (ex: tennis en double, danse sociale, chasse, patin sur glace ou à roues alignées, golf sans voiturette, balle molle ou autres activités similaires)?

(0.) JAMAIS aller à la Q5	(1.) RAREMENT (1-2 jours)	(2.) PARFOIS (3-4 jours)	(3.) SOUVENT (5-7 jours)
	↓	↓	↓

4a. Quelles étaient ces activités?

4b. Combien d'heures par jour, avez-vous consacré en moyenne à ces activités?

(1.) moins qu'une heure	(2.) 1 heure ou plus mais moins que 2 heures
(3.) 2-4 heures	(4.) plus que 4 heures

Questionnaire PASE sur le niveau d'activité physique (suite)

5. Durant les 7 derniers jours, combien de fois avez-vous fait un exercice d'intensité élevé (ex: jogging, natation, vélo, tennis en simple, danse aérobique, ski alpin ou ski de fond ou autres activités similaires) ?

(0.) JAMAIS aller à la Q6	(1.) RAREMENT (1-2 jours)	(2.) PARFOIS (3-4 jours)	(3.) SOUVENT (5-7 jours)
	↓	↓	↓

5a. Quelles étaient ces activités?

5b. En moyenne; combien d'heures par jour avez-vous participé à ces exercices d'intensité élevée?

(1.) moins qu'une heure	(2.) 1 heure ou plus mais moins que 2 heures
(3.) 2-4 heures	(4.) plus que 4 heures

6. Durant les 7 derniers jours, combien de fois avez-vous fait un exercice spécifiquement pour augmenter la force et l'endurance musculaire (ex: musculation ou pushups (pompes), etc.)?

(0.) JAMAIS aller à la Q7	(1.) RAREMENT (1-2 jours)	(2.) PARFOIS (3-4 jours)	(3.) SOUVENT (5-7 jours)
	↓	↓	↓

6a. Quelles étaient ces activités?

6b. En moyenne; combien d'heures par jour avez-vous participé à ces exercices d'intensité élevée?

(1.) moins qu'une heure	(2.) 1 heure ou plus mais moins que 2 heures
(3.) 2-4 heures	(4.) plus que 4 heures

Questionnaire PASE sur le niveau d'activité physique (suite)

ACTIVITÉS DOMESTIQUES

7. Durant les 7 derniers jours, avez-vous fait des travaux domestiques légers tels qu'épousseter ou laver la vaisselle ?

(1.) NON

(2.) OUI

8. Durant les 7 derniers jours, avez-vous fait des travaux domestiques lourds tels que passer la balayette, laver les planchers, laver les fenêtres ou corder du bois?

(1.) NON

(2.) OUI

9. Durant les 7 derniers jours, avez-vous fait les activités suivantes?
SVP Répondre par OUI ou NON pour chaque item.

		NON	OUI
a.	Réparations domestiques telles que peindre, poser de la tapisserie, des réparations électriques, de plomberie ou de menuiserie, etc.	1	2
b.	Travaux de jardinage physiquement exigeant comme tondre le gazon, ramasser les feuilles, déblayer la cour en hiver, fendre du bois, etc.	1	2
c.	Jardinage à l'extérieur peu exigeant physiquement comme enlever les mauvaises herbes, transplanter, etc.	1	2
d.	Prendre soins d'une autre personne, comme des enfants, un époux dépendant ou un autre adulte	1	2

Questionnaire PASE sur le niveau d'activité physique (suite)

ACTIVITÉS PROFESSIONNELLES

10. Durant les 7 derniers jours, avez-vous travaillé pour un salaire ou bénévollement?

(1.) NON

(2.) OUI



10a. Combien d'heures par semaine avez-vous travaillé pour un salaire ou bénévollement?

_____ heures

10b. Quelle catégorie, parmi les suivantes, décrit le mieux l'intensité d'activité physique requise pour votre travail ?

- (1.) Majoritairement assis avec quelques mouvements des bras (ex: travail de bureau, chauffeur d'autobus, ligne d'assemblage assis, etc.)
- (2.) Assis ou debout avec un peu de marche (ex: caissière, certains employés de bureau, ouvriers utilisant des outils légers)
- (3.) Marche, avec manipulation de matériaux pesant moins de 50 livres (ex: facteurs, serveurs ou serveuses, travailleurs de la construction, ouvriers utilisant des outils lourds)
- (4.) Marche et travail manuel requérant souvent la manipulation de matériaux de plus de 50 livres (ex: bûcheron, maçon, journalier, exploitant agricole).

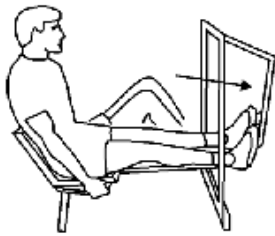
Questionnaire PASE sur le niveau d'activité physique (suite)

<p><u>Activités sportives et récréatives d'intensité légère</u></p> <p>Tir à l'arc Badminton Billard Canotage Pétanque Quilles Croquet Fléchettes Pêche Frisbee Golf avec voiturette Fer à cheval Programme musical Tir pigeon d'argile Shuffleboard Natation (sans s'essouffier) Ping-pong</p>	<p><u>Activités sportives et récréatives d'intensité élevée</u></p> <p>Danse aérobique ou aqua-aérobic Longue randonnée Basketball Vélo ou vélo stationnaire Voile de compétition Handball/paddball/racquetball Course à obstacles Hockey Course à pied Crosse Escalade Saut de corde Machine imitant l'aviron Aviron, canot de compétition Ski (ski de fond, de bosse, nautique, etc.) Raquette Soccer Montée rapide des escaliers de façon répétitive Natation avec essoufflement Tennis en simple</p>
<p><u>Activités sportives et récréatives d'intensité modérée</u></p> <p>Danse sociale Escrime Football intensité modérée Golf sans voiturette Ballade à cheval Chasse Plongée sous-marine Patin (glace ou roues alignées) Softball/baseball/cricket Planche à neige, surf Tennis en double Trampoline Volleyball</p>	<p><u>Force musculaire et endurance</u></p> <p>Gymnastique rythmique Levée de poids Traitement de physiothérapie avec poids Push-ups (pompes) Redressements assis Haltérophilie</p>
<p><u>Travaux domestiques légers</u></p> <p>Laver / essuyer la vaisselle Époussetage Étendre le linge Repasser Laver le linge Préparer les repas</p>	<p><u>Travaux domestiques lourds</u></p> <p>Rentrer du bois Laver les planchers Bouger des meubles Décaper le plancher Balayer Aspirateur Laver les murs Laver les fenêtres Laver la voiture</p>

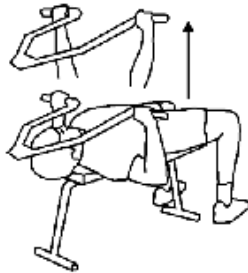
ANNEXE F

Test de force : Test de 1-RM

TEST DE FORCE		
Visite	Date de la visite	ID SUJET



Échauffement (R: 1-2 min)		Essais 1RM (R: 3-5 mins)				70% 1RM	80% 1RM
5x40-60% 1RM	3-5x 60-80% 1RM						



Échauffement (R: 1-2 min)		Essais 1RM (R: 3-5 mins)				70% 1RM	80% 1RM
5x40-60% 1RM	3-5x 60-80% 1RM						



Échauffement (R: 1-2 min)		Essais 1RM (R: 3-5 mins)				70% 1RM	80% 1RM
5x40-60% 1RM	3-5x 60-80% 1RM						

ANNEXE G

Journal d'activités physiques

PRO

Temps: T1 / T2

Journée AVEC / SANS entraînement

JOURNAL D'ACTIVITÉS PHYSIQUES

Numéro de la journée: _____

Nom: _____

Prénom : _____

Adulte _____ Enfant _____

Sexe : M _____ F _____

Âge : ____ ans

Date : _____ (JJ/MM/AAAA)

Initiales du participant : _____

Dans l'espace prévu, écrivez la valeur catégorique qui correspond le mieux à l'activité prédominante accomplie pour chaque période de 15 minutes. Veuillez consulter le tableau des activités et rentrer dans le journal la bonne valeur catégorique correspondante. En cas de doute, laissez-y une note et soulevez le problème lors de la prochaine rencontre.

Exemple pour vous aider : vous mangez de 13h à 13h45 (Catégorie 2) puis vous prenez une marche pendant 35 minutes (Catégorie 4). Enfin, vous rentrez chez vous et faites la vaisselle jusqu'à 15h (Catégorie 3) :

H\Min	0-15	16-30	31-45	46-60
13	2	2	2	4
14	4	3	3	3

Minutes Heure \	0-15	16-30	31-45	46-60
0 h				
1 h				
2 h				
3 h				
4 h				
5 h				
6 h				
7 h				
8 h				
9 h				
10 h				
11 h				
12 h				
13 h				
14 h				
15 h				
16 h				
17 h				
18 h				
19 h				
20 h				
21 h				
22 h				
23 h				

Journal d'activités physiques (suite)

PRO

Temps: T1 / T2

Journée AVEC / SANS entraînement

Tableau des activités et de leur valeur catégorique

Valeur catégorique	Exemples d'activités
1	Dormir Être couché ou se reposer dans un lit
2	Être assis : écouter, manger, écrire, etc.
3	Légères activités accomplies debout : se raser, se peigner les cheveux, faire à manger, faire la vaisselle, etc.
4	Marcher lentement (<4 km/h), conduire, s'habiller, prendre une douche, etc.
5	Travaux manuels légers : balayer le sol, laver les vitres, conduire un camion, peindre, servir à table, donner des soins infirmiers, plusieurs types de tâches ménagères, être électricien, barman, marcher de entre 4 et 6 km/h, etc.
6	Activités de loisirs et sports dans un environnement récréatif : baseball, golf, volleyball, faire du canoë-kayak ou de l'aviron, faire du tir à l'arc, faire du bowling, faire du vélo (<10 km), jouer au tennis de table, etc.
7	Travaux manuels à rythme modéré : faire de l'exploitation minière, de la menuiserie, de la construction de logements, de la coupe forestière et du bois, du pelletage de neige, charger et décharger des marchandises, etc.
8	Activités sportives et de loisir d'intensité plus élevée (non compétitif) : faire du canoë-kayak (5 à 8 km/h), faire du vélo (>15 km/h), danser, skier, faire du badminton, de la gymnastique, du tennis, de l'équitation, nager, marcher (>6 km/h), etc.
9	Activités manuelles intenses, activités sportives d'intensité élevée ou sports de compétition : coupe d'arbres, transport de charges lourdes, jogger et faire de la course (>9 km), faire du squash, du badminton, de la natation, du tennis, du ski de fond (>8 km/h), de la randonnée, de l'escalade, etc.

© Traduction libre et adaptation de Bouchard et al., 1983

ANNEXE H

Accélérométrie : Actical (DÉAP)

Actical Activity and Energy Expenditure Report (AEE)

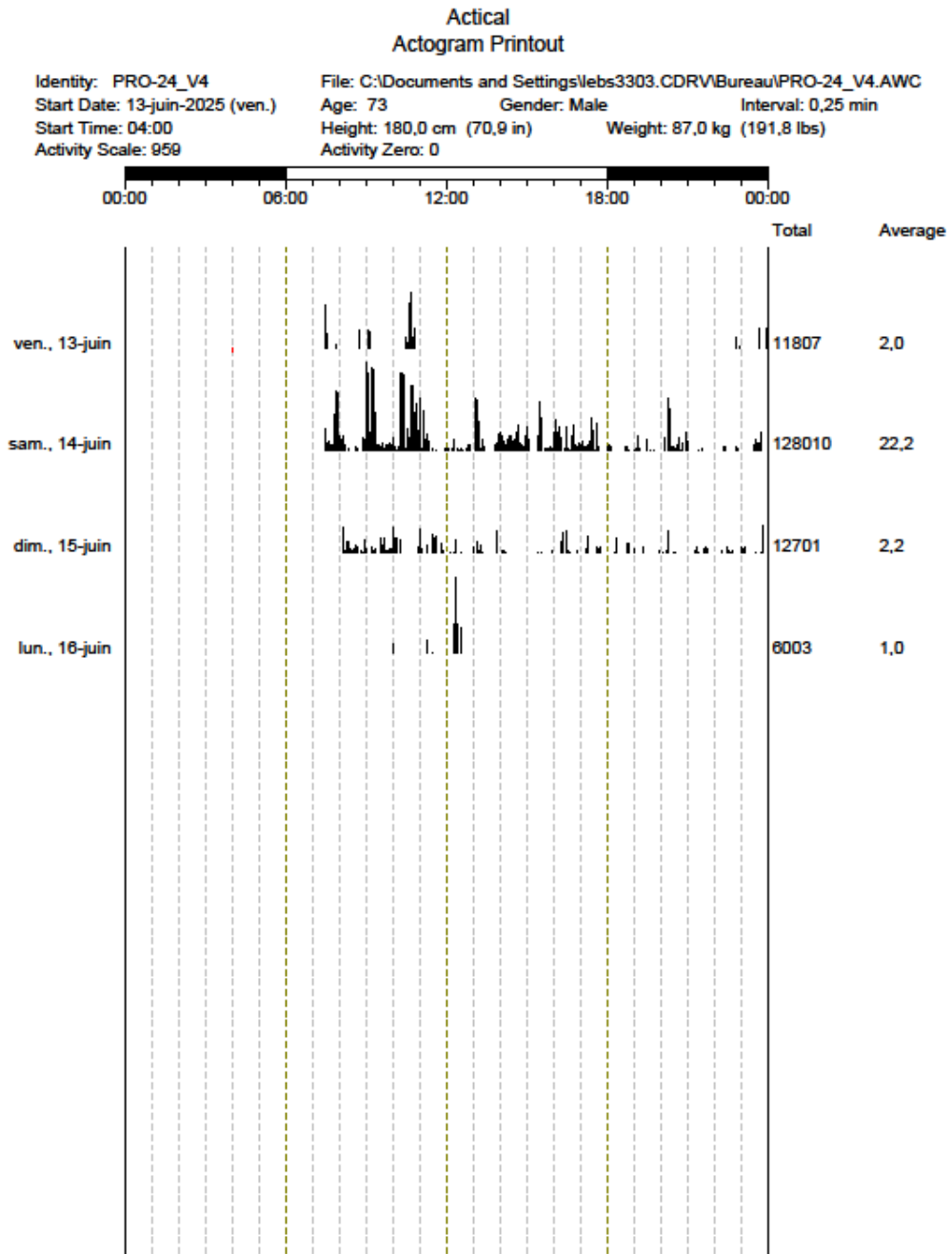
Subject Identity	PRO-24_V4	Weight	87,0 kg (191,8 lbs)	Gender	Male
Subject Height	180,0 cm (70,9 in)			Age	73 years
Data Collection Start Time	ven., 13-juin-2025, 04:00	Data Collection End Time	lun., 16-juin-2025, 12:37	Device Serial Number	B114662
Energy Expenditure Output Type	Activity Energy Expenditure (AEE)	Regression Model	Single (1R)	Age Level	Adult
Light/Moderate Cut-point	0,031 kcal/min/kg	Moderate/Vigorous Cut-point	0,083 kcal/min/kg	Device Location	Hip

Activity (counts)	Hourly Energy Expenditure, Total (kcal)*	Daily Energy Expenditure Total (kcal)*	Minutes in Physical Activity Range			
			SED	LIGHT	MOD	VIG
ven. 13-juin-2025	63	1158	30	10	0	0
sam. 14-juin-2025	559	1102	247	91	0	0
dim. 15-juin-2025	103	1344	90	6	0	0
lun. 16-juin-2025	29	743	5	8	0	0
mar. 17-juin-2025						
mer. 18-juin-2025						
jeu. 19-juin-2025						
Total Activity Energy Expenditure for 7 Days Shown Above (kcal)*		754	4347	372	115	0

* Does NOT include resting metabolic rate in statistics and graphs

A person of this age, gender, weight, and height needs 1668 calories to maintain their normal bodily functions.
(Based on Harris J, Benedict F. A biometric study of basal metabolism in man. Washington D.C. Carnegie Institute of Washington. 1919)

Accélérométrie : Actical (*Actogram*, compte d'activités)



Printed: 28-juin-2013 12:39

ANNEXE I

Programme d'entraînement musculaire

PHASE 1-JOUR 1

Semaine 1 et 2

Participant: _____



Séries:	3
Reps:	10
Intensité:	50-60%
Repos:	60s
Charge Init:	

	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	10
Intensité:	50-60%
Repos:	60s
Charge Init:	

	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Sans poids

Séries:	3
Reps:	10
Intensité:	50-60%
Repos:	60s
Charge Init:	

	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	10
Intensité:	50%-60%
Repos:	
Charge Init:	

	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	10
Intensité:	50-60%
Repos:	60s
Charge Init:	

	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	10
Intensité:	50%-60%
Repos:	
Charge Init:	

	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	15
Intensité:	
Repos:	60s
Charge Init:	

	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	15
Intensité:	
Repos:	60s
Charge Init:	

	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						

Programme d'entraînement musculaire (suite)

PHASE 1-JOUR 2

Semaine 1 et 2

Participant: _____



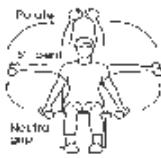
Séries:	3
Reps:	10
Intensité:	50-60%
Repos:	60s
Charge Init:	

	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	10
Intensité:	50-60%
Repos:	60s
Charge Init:	

	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	10
Intensité:	50-60%
Repos:	60s
Charge Init:	

	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	10
Intensité:	50-60%
Repos:	60s
Charge Init:	

	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	10
Intensité:	50-60%
Repos:	60s
Charge Init:	

	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	10
Intensité:	50-60%
Repos:	
Charge Init:	

	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	10
Intensité:	50-60%
Repos:	
Charge Init:	

	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	15
Intensité:	
Repos:	60s
Charge Init:	

	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						

Programme d'entraînement musculaire (suite)

PHASE 1-JOUR 1

Semaine 3 et 4

Participant: _____



Séries:	3
Reps:	6-8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	6-8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	6-8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	6-8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	6-8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	6-8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	15
Intensité:	
Repos:	60s
Charge Init:	

	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	15
Intensité:	
Repos:	60s
Charge Init:	

	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						

Programme d'entraînement musculaire (suite)

PHASE 1-JOUR 2

Semaine 3 et 4

Participant: _____



Séries:	3
Reps:	6-8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	6-8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	6-8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	6-8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	6-8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	6-8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	6-8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	15
Intensité:	
Repos:	60s
Charge Init:	

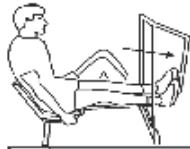
	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						

Programme d'entraînement musculaire (suite)

PHASE 2-JOUR 1

Semaine 1 et 2

Participant: _____



Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

Série	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

Série	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

Série	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

Série	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



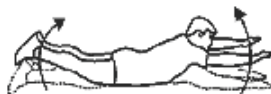
Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

Série	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

Série	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	15
Intensité:	
Repos:	60s
Charge Init:	

Série	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	15
Intensité:	
Repos:	60s
Charge Init:	


Série	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						

Programme d'entraînement musculaire (suite)

PHASE 2 JOUR 2


Semaine 1 et 2

Participant: _____




Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

Série	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						




Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

Série	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						




Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

Série	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						




Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

Série	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						




Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

Série	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						




Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

Série	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

Série	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

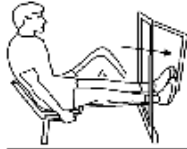
Série	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						

Programme d'entraînement musculaire (suite)

PHASE 2-JOUR 1

Semaine 3 et 4

Participant: _____



Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



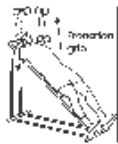
Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	15
Intensité:	
Repos:	60s
Charge Init:	

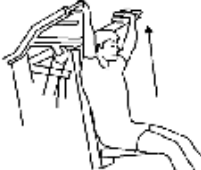
	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						

Programme d'entraînement musculaire (suite)

PHASE 2 JOUR 2


Semaine 3 et 4

Participant: _____



Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	


	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



on pulley
keep arms straight


Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	


	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



keep back straight -chest out
pronation grip on pulley

Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	


	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



up arc down on one leg


Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						




Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	15
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

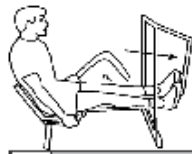
	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						

Programme d'entraînement musculaire (suite)

PHASE 3-JOUR 1

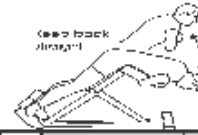
Semaine 1 et 2

Participant: _____



Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



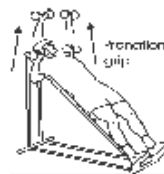
Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	15
Intensité:	
Repos:	60s
Charge Init:	

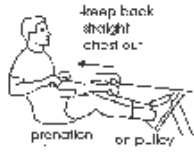
	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						

Programme d'entraînement musculaire (suite)

PHASE 3-JOUR 2

Semaine 1 et 2

Participant: _____



Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

Série	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

Série	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

Série	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

Série	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	
Charge Init:	

Série	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

Série	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

Série	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	15
Intensité:	
Repos:	60s
Charge Init:	

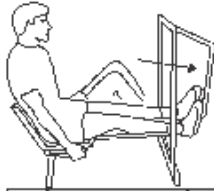
Série	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						

Programme d'entraînement musculaire (suite)

PHASE 3-JOUR 1

Semaine 3 et 4

Participant: _____



Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

Série	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



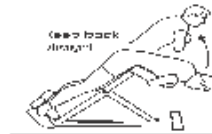
Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

Série	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



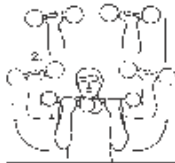
Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

Série	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

Série	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

Série	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

Série	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

Série	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	15
Intensité:	
Repos:	60s
Charge Init:	

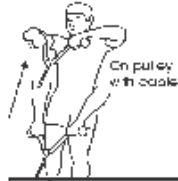
Série	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						

Programme d'entraînement musculaire (suite)

PHASE 3-JOUR 2

Semaine 3 et 4

Participant: _____



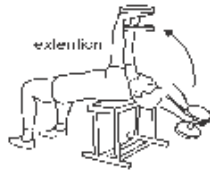
Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



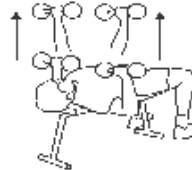
Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	
Charge Init:	

	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	15
Intensité:	
Repos:	60s
Charge Init:	


	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						

Programme d'entraînement musculaire (suite)

PHASE 4-JOUR 1


Semaine 1 et 2

Participant: _____




Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	0s
Charge Init:	

Série	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						




Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

Série	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						




Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	0s
Charge Init:	

Série	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						




Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

Série	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						




Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	0s
Charge Init:	

Série	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						




Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

Série	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	0s
Charge Init:	

Série	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	15
Intensité:	
Repos:	60s
Charge Init:	


Série	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						

Programme d'entraînement musculaire (suite)

PHASE 4 JOUR 2


Semaine 1 et 2

Participant: _____



Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	0s
Charge Init:	


	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						

on pulley
keep arms straight

Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	


	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



-keep back at align
-chest out
head up

Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	0s
Charge Init:	


	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						

keep back slight chest out
pulley
gifs
on pulley


Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	0s
Charge Init:	


	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						

up and down on one leg


Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	15
Intensité:	
Repos:	0s
Charge Init:	

	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						

Séries:	3
Reps:	15
Intensité:	
Repos:	60s
Charge Init:	

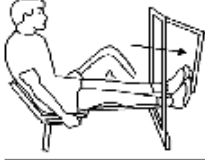
	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
Série	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						

Programme d'entraînement musculaire (suite)

PHASE 4-JOUR 1


Semaine 3 et 4

Participant: _____




Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos	0s
Charge Intt:	

Série	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



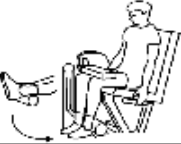
Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos	60s
Charge Intt:	

Série	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						




Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos	0s
Charge Intt:	

Série	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



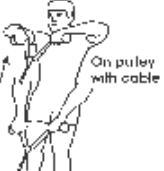
Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos	60s
Charge Intt:	

Série	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						




Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos	0s
Charge Intt:	

Série	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						




Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos	60s
Charge Intt:	

Série	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	15
Intensité:	
Repos	0s
Charge Intt:	

Série	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	15
Intensité:	
Repos	60s
Charge Intt:	

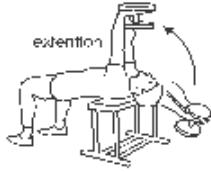
Série	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						

Programme d'entraînement musculaire (suite)

PHASE 4 JOUR 2

Semaine 3 et 4

Participant: _____



Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	0s
Charge Init:	

Série	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

Série	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	0s
Charge Init:	

Série	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

Série	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	0s
Charge Init:	

Série	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	8
Intensité:	80%
Repos:	60s
Charge Init:	

Série	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	15
Intensité:	
Repos:	0s
Charge Init:	

Série	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						



Séries:	3
Reps:	15
Intensité:	
Repos:	60s
Charge Init:	

Série	Jour 1		Jour 2		Jour 3	
	Charge	Reps	Charge	Reps	Charge	Reps
1						
2						
3						