LES EFFETS DE LA MODALITÉ D'ENTRAÎNEMENT SUR LA COMPENSATION ÉNERGÉTIQUE POST-ENTRAÎNEMENT CHEZ L'ADULTE

par
Sébastien Cadieux
B.Sc., Université d'Ottawa, 2010

THÈSE

Présenté à la faculté des études supérieures et postdoctorales de l'Université d'Ottawa
comme exigence partielle de la
Maîtrise en sciences

École des sciences de l'activité physique
Faculté des sciences de la santé
Université d'Ottawa

© Sébastien Cadieux, Ottawa, Canada, 2013

Résumé

L'effet de l'entraînement en aérobie (de différentes durée et intensité) sur l'apport énergétique (AÉ) est très bien documenté, dans la littérature. Il a été montré que certains facteurs, tels que le sexe, l'indice de masse corporelle, le niveau d'activité physique et les caractéristiques cognitives du participant peuvent influencer l'AÉ, à la suite d'une séance d'entraînement. Cependant, seulement deux études ont comparé l'effet aigu de l'entraînement en résistance et de l'entraînement en aérobie, dans un même devis, et aucune différence n'y a été observée. Les objectifs de la présente étude sont d'évaluer les différences aiguës, après 10 heures et après 34 heures, sur les plans de l'AÉ, de la dépense énergétique (DÉ) et de la compensation énergétique (CÉ), telles qu'elles sont occasionnées par deux modalités d'entraînement différentes (en aérobie et en résistance). Seize hommes et femmes modérément actifs ont participé à trois séances expérimentales réparties aléatoirement : une séance contrôle et deux séances d'exercice équicalorique (4 kcal/kg), soit une séance de résistance (70 % de 1RM) et une séance en aérobie (70 % de VO_{2peak}). L'AÉ *ad libitum* a été mesuré en aigu (75 minutes), et au cours des 34 heures qui ont suivi la fin de la séance. La DÉ a été mesurée au cours de la même période, à l'aide d'un accéléromètre biaxial. Aucune différence, quant à l'AÉ, entre les différentes modalités n'a été mesurée immédiatement après l'exercice, après 10 heures et après 34 heures. Cependant, les hommes et les femmes ont réagi différemment aux deux modalités d'entraînement, en ce qui concerne l'AÉ aiguë. Plus précisément, l'AÉ des hommes, au cours du dîner, était supérieure dans le cadre de la séance en résistance par rapport à la séance en aérobie; cependant, cette différence disparaît à la fin de la journée. Aucune différence, sur les plans de la DÉ et de la CÉ, n'a été mesurée après 10 heures, non plus après 34 heures. Ces résultats montrent que les différentes modalités d'entraînement provoquent les mêmes effets sur la CÉ en

aigus, à court terme (10 heures) et à long terme (34 heures), lorsque leur coût énergétique est le même. Cela dit, l'entraînement en résistance, tout comme l'entraînement en aérobie, ne cause un déséquilibre énergétique négatif qu'à court terme, puisque les effets de chacun disparaissent à la fin de la journée.

Avant-propos

Le présent travail représente tous les efforts et tous les sacrifices qui ont été réalisés au cours des deux ans et demi qui viennent de s'écouler. Ce périple au sein de l'Unité de recherche sur le comportement et du métabolisme m'a permis de me développer, et ce, autant sur le plan académique que sur le plan personnel, dans un environnement de camaraderie.

J'aimerais remercier mon superviseur, le Dr Éric Doucet, qui a su me diriger au-delà des ambages. Toutes ses réponses à mes questions, tous ses encouragements dans les moments plus difficiles et tous les commentaires qu'il a énoncés m'ont permis de me rendre où j'en suis aujourd'hui.

Je ne peux passer sous silence la contribution de Jessica McNeil (alias Bro, McNeil et Blondie) lors de ce projet. Elle a contribué à tous les aspects qui ponctuent celui-ci, de la collecte des données à l'écriture de l'article, en passant par des suggestions dans le cadre de la création du projet. Elle était toujours disponible lorsque j'avais besoin d'aide, lorsque j'avais besoin de conseils quant au moindre problème et lorsque j'avais besoin d'évacuer une certaine frustration.

Je tiens également à remercier Dominic Pharand et Mary LaPierre, qui ont contribué à la collecte et à l'entrée des données; leur aide aura été d'une grande importance, pour la réalisation de ce projet. De plus, que dire de Marie-Ève « Ti-boute » Riou, qui avait toujours des solutions et des paroles rassérénantes, face à cette montagne russe qu'est la maîtrise. Finalement, j'aimerais remercier les membres de mon comité d'évaluation, soit le Dr Pascal Imbeault et le Dr Jean-Philippe Chaput, pour les conseils et les recommandations qu'ils ont énoncés à l'égard de mon projet.

We keep moving forward, opening new doors, and doing new things, because we're curious and curiosity keeps leading us down new paths

- Walt Disney

Dictionary is the only place that success comes before work. Hard work is the price we must pay for success. I think you can accomplish anything if you're willing to pay the price.

-Vince Lombardy

Table des matières

Résumé 2

Avant-propos 4

Table des matières 5

Liste d'abréviations 8

Liste des tableaux 10

Liste des figures 11

Chapitre 1 12

Partie 1 12

Introduction 12

Chapitre 1 15

Partie 2 15

Revue de littérature 15
- L'équilibre énergétique 15
- L'équilibre énergétique – Les composantes de la dépense énergétique (DÉ) 15
- La compensation énergétique (CÉ) 17
- Apport énergétique relatif 23
- Le sexe 23
- L'adiposité 24
- Niveau d'activité physique 24
- L'appétit 25
- L'intensité 25
- Facteurs cognitifs 26
- Différences entre les protocoles 28
- Entraînement en résistance 30

Chapitre 2 33

Problème de recherche 33
Question générale de recherche 33
Question spécifique de recherche 33
Objectifs 34
Hypothèses 34

Chapitre 3 35

Méthodes et techniques 35

Chapitre 4 36

Article 36
Abstract 38
Keywords 38
Introduction 39
Materials and Methods 41
1. Participants 41
2. Experimental session 41
3. Preliminary session 45
4. Statistical analysis 47
Results 48
1. Characteristics of the Participants 48
2. Experimental Conditions 48
3. Energy Intake 49
4. Relative Energy Intake 49
5. Energy Expenditure 50
6. Relative Energy Expenditure 50
7. Post-Exercise Energy Compensation 50
8. Appetite 50
Discussion and Conclusion 51
References 56

Chapitre 5 67

Partie 1 67

Perspectives 67

Chapitre 5 70

Partie 2 70

Conclusion 70

Bibilographie 72

Annexe I 80

Approbation déontologique 81

Annexe II 84

Formulaire de consentement 85

Annexe III 93

Questionnaire d'aptitude à l'activité physique (Q-AAP) 94

Annexe IV 95

Questionnaire sur les habitudes alimentaires de Stunkard & Messick (TFEQ) 96

Annexe V 101

Menu offert aux participants 102

Liste d'abréviations

<	«lower than»
1 RM	Une répétition maximale
12 RM	«12 repetition maximum»
ad libitum	À volonté
AÉ	Apport énergétique
AER	Aérobique
ANOVA	«Analysis of variance»
BMI	«Body Mass Index»
CÉ	Compensation énergétique
CSEP	«Canadian Society of Exercise Physiology»
CTRL	«Control session»
DÉ	Dépense énergétique
DÉAP	Dépense énergétique reliée à l'activité physique
e.g.	«for example»
EE	«Energy expenditure»
EEE	«Energy cost of exercise/exercise energy expenditure»
EI	«Energy Intake»
et al	et collaborateurs
EX	«Exercise session»
FI	Faible intensité
HI	Haute intensité
HR	«Heart Rate»
i.e.	«in other words»
Kcal	Kilocalorie
Kg	Kilogramme
KJ	Kilojoule
L	Litre
Min	Minutes
Ml	Millilitre

Mph	« mile per hour»
N	«number of participants»
NEAT	Thermogénèse d'activité physique non liée à l'exercice
NS	«Non significant»
P	«Probality that observed data are consistent with null hypothesis»
PEEC	«Post-exercise Energy Compensation»
R	« Sample Pearson product - moment correlation coefficient»
RC	Rythme cardiaque
RCM	Rythme cardiaque maximal
RCR	Rythme cardiaque de réserve
REI	«Relative energy intake»
Rel. EE	«Relative energy expenditure»
RER	«Respiratory exchange ratio»
RES	Résistance
RMR	«Resting metabolic rate»
r_s	«Spearman's rank order correlation coefficient»
TEE	«Total energy Expenditure»
TFEQ	«Three Factors Eating Questionnaire»
TR	Tapis roulant
VCO_2	«Carbon dioxyde production»
VO_2	«Oxygen consumption»
VO_{2max}	Capacité aérobique maximal (consomation d'oxygène maximale)
VO_{2peak}	Capacité aérobique maximal mesurée

Liste des tableaux

CHAPITRE 1

Tableau 1.1. Résumé des études qui ont mesuré l'impact de l'exercice sur la compensation énergétique aigu. Les données ci-dessous ont été calculées à partir des données rapportées dans ces études..... 21

CHAPITRE 4

Tableau 1. Caractéristiques descriptives des sujets (n = 16)..... 58

Tableau 2. Apport énergétique et dépense énergétique au cours des séances expérimentales..... 59

Tableau 3. Compensation énergétique post-entraînement au cours des séances expérimentale.. 60

Annexe 1. Protocole expérimentale pour les trois séances 65

Annexe 2. Protocole de la séance de résistance..... 66

Liste des figures

CHAPITRE 4

Figure 1. Les détails des séances d'entraînement. A) Résistance; B) Aérobique; C) Contrôle.... 62

Figure 2. L'apport énergétique absolu lors du dîner au cours des différentes séances expérimentales pour les hommes (A) et pour les femmes (B). Les valeurs représentent la moyenne des 8 hommes et des 8 femmes et les erreurs types sont représentées par les lignes verticales. Une interaction intervention x sexes était présente, cette différence se situe chez les hommes entre les entrainements en résistance et aérobique (p = 0.034) 63

Figure 3. Dépense énergétique relative au cours des séances expérimentales après la première journée. Les valeurs représentent la moyenne des 15 participants et les écarts types sont représentés par les lignes verticales. Un effet principal au niveau des interventions (p<0.001) est présente, une analyse post hoc a démontré une dépense énergétique relative significativement plus élevée après la séance en résistance * (p<0.05) et la séance aérobique ** (p<0.001) par rapport à la séance contrôle..... 64

Chapitre 1

Partie 1

Introduction

Il y a de plus en plus de preuves qui semblent indiquer que l'obésité atteint des proportions épidémiques dans plusieurs pays développés (Pan, Blanck, Sherry, Dalenius, & Grummer-Strawn, 2012). L'augmentation de l'obésité dans la population est directement reliée à un déséquilibre énergétique. Les causes de ce déséquilibre énergétique peuvent être multiples. La génétique, l'environnement et la société en sont quelques-unes, mais, en fin de compte, tous ces facteurs ont un impact sur l'apport énergétique (AÉ) et la dépense énergétique (DÉ) (Jebb & Prentice, 1997). L'AÉ correspond à la quantité d'énergie qui provient de l'alimentation, tandis que la DÉ est équivalente à la quantité d'énergie qui est relâchée sous forme de chaleur (Brooks, Fahey, & Baldwin, 2005); les deux composantes sont normalement mesurées en kilocalories (kcal) ou en kilojoules (KJ). Lorsque ces deux composantes sont en équilibre, le poids demeure stable. Cela dit, un déséquilibre énergétique positif (un excès en AÉ, une réduction de la DÉ et une combinaison des deux) mènera à une augmentation des réserves d'énergie si ce déséquilibre est maintenu pendant une longue période. En fait, une dérivation minime de 20 kcal en surplus, par jour, mènerait à un gain de 1 kg par année en moyenne (Schoeller, 2008). Il est donc primordial de considérer les deux composantes, lorsque nous étudions l'obésité. Plusieurs études, au cours des dernières années, se sont penchées uniquement sur la composante de DÉ (Levine, 2005; Vermorel *et al.*, 2005). La DÉ totale comprend le taux métabolique de repos, l'effet thermique des aliments et la dépense énergétique reliée à l'activité physique (DÉAP) (Levine, 2005).

Afin de contrer le nombre croissant de cas d'obésité, plusieurs traitements sont maintenant disponibles pour combattre cette condition. Les diètes et les programmes d'activité physique arrivent en tête de liste. Même s'il a été prouvé que l'exercice procure des bénéfices sur lesplans physiologique et psychologique (N. A. King, Hopkins, Caudwell, Stubbs, & Blundell, 2009), il a également été montré qu'un programme d'exercice occasionne une perte de poids d'environ 3 % du poids initial, seulement, en moyenne (Jakicic, 2009; Miller, Koceja, & Hamilton, 1997), ce qui équivaut à une perte qui est entre 1,5 et 3 kg. Il a été suggéré qu'une augmentation de l'AÉ et une diminution de la DÉ après l'exercice feraient en sorte de minimiser les pertes de poids à la suite d'un programme d'exercice (Hopkins, King, & Blundell, 2010). Les mécanismes expliquant ce phénomène ne sont pas entièrement compris et semblent varier, selon les sujets. Certains perdent du poids plus facilement, alors que d'autres semblent posséder un système de défense homéostatique qui amoindrit la perte de poids en régulant les moindres déséquilibres énergétiques: la compensation énergétique (CÉ) (Hopkins, *et al.*, 2010). La CÉ peut être expliquée, de façon plus simple : elle s'avère les modifications de l'AÉ et de la DÉ à la suite d'une séance d'entraînement. Plusieurs études ont tenté de cerner le principe de la CÉ; cependant, les conclusions qui y ont été tirées ne vont pas toutes dans la même direction, ce qui suggère dès lors un réseau complexe de causes. Le sexe, le poids corporel, les facteurs cognitifs, l'intensité des exercices et les différents protocoles font en sorte de rendre difficile l'explication de ce phénomène.

Les études qui ont été effectuées, au cours des dernières années, ont plutôt abordé l'entraînement en aérobie; de fait, seulement trois études (Balaguera-Cortes, Wallman, Fairchild, & Guelfi, 2011; Ballard *et al*., 2009; Laan, Leidy, Lim, & Campbell, 2010), à notre connaissance, se sont intéressées aux séances d'entraînement en résistance. Il est donc important de confirmer les

résultats de ces études avec ceux que nous a permis d'obtenir notre étude. Pour ce faire, nous avons mesuré la CÉ dans le cadre de deux modalités d'exercices : résistance et aérobie à une DÉ fixe. Nos résultats nous ont permis de répondre à la question suivante : L'entraînement en résistance provoque-t-il une CÉ plus grande que l'entraînement en aérobie?

Chapitre 1

Partie 2

Revue de littérature

L'équilibre énergétique

Les changements en ce qui a trait à l'équilibre énergétique sont le résultat d'un changement soit quant à la DÉ, soit sur le plan de l'AÉ. Afin de parvenir à l'équilibre énergétique, la DÉ doit être égale à l'AÉ. Lorsque l'équilibre est maintenu, les réserves énergétiques demeurent constantes. Dans le but d'obtenir un déséquilibre énergétique négatif, ce qui occasionnerait une perte de poids, il suffit de diminuer l'AÉ ou d'augmenter la DÉ (Hursel & Westerterp-Plantenga, 2010). Dans ce cas, l'énergie qui est consommée par l'individu est inférieure à celle qui est dépensée.

L'équilibre énergétique – Les composantes de la dépense énergétique (DÉ)

Comme il a été énoncé précédemment, l'obésité est causée par une différence entre l'AÉ et la DÉ (Vermorel, *et al.*, 2005). Ce débalancement peut être causé par une diminution de la DÉAP (Lazzer *et al.*, 2003) ou par l'augmentation de l'AÉ sur le plan de l'alimentation en période post-entraînement (Birch & Fisher, 1998). Il est donc évident que la DÉ occupe une place importante dans le maintien du poids corporel. La DÉ quotidienne est la quantité d'énergie qui est relâchée sous forme de chaleur (Brooks, *et al*., 2005), qui est habituellement divisée en trois sous-composantes : le taux métabolique de repos, l'effet thermique des aliments et la DÉAP.

Le taux métabolique de repos est la quantité d'énergie qui est dépensée afin d'assurer les fonctions biologiques au repos (G. J. Wang *et al*., 2001) et les fonctions essentielles comme

respirer et l'activité des organes (Ravussin, Burnand, Schutz, & Jequier, 1982). Il est mesuré lorsqu'une personne est au repos, après 12 heures de jeûne nocturne et sans avoir fait d'activité physique vigoureuse au cours des 24 heures qui précèdent la mesure (Levine, 2005). Le taux métabolique de repos représente entre 65 et 75 % de la DÉ quotidienne (Brooks, *et al.*, 2005; Levine, 2005; Marieb, 2005; Vermorel, *et al*., 2005; Z. Wang, Heshka, Zhang, Boozer, & Heymsfield, 2001). Bien que la valeur absolue soit assez stable, la proportion de la DÉ totale qu'elle explique est largement influencée par les niveaux de la DÉAP. Le facteur qui a le plus d'influence sur le taux métabolique de repos est la masse maigre (~13 kcal/kg par jour), qui comprend surtout l'activité des organes. Le taux métabolique de la masse maigre est beaucoup plus élevé que le taux métabolique du tissu adipeux blanc (4.5 kcal/kg par jour) (Cunningham, 1991; Rodriguez *et al*., 2002; Z. Wang, *et al*., 2001). L'effet thermique des aliments est un facteur qui a beaucoup d'influence sur la thermogénèse totale; il contribue à environ 10 % de la DÉ quotidienne (Levine, 2005). Cette DÉ est le résultat de la digestion, de l'absorption, de la transformation, de l'oxydation et du stockage des aliments (Brooks, *et al*., 2005).

La DÉAP est la composante de la DÉ qui est la plus variable. C'est la quantité d'énergie qui est utilisée pour tous les mouvements du corps, à savoir la posture, les mouvements non structurés, la marche et les exercices physiques structurés. La DÉAP peut être divisée en deux groupes : la thermogénèse d'activité physique non liée à l'exercice (NEAT) et l'exercice proprement dit. Il n'y a pas d'unanimité, quant à la définition du NEAT. Certains le définissent comme étant les dépenses énergétiques liées aux activités physiques de la vie quotidienne, aux contractions musculaires spontanées, au maintien de la posture, ainsi qu'au « fidgeting »; bref, toute activité physique qui ne fait pas partie d'un programme d'exercice formel (Kotz, Teske, & Billington, 2008; Levine *et al*., 2005). Cependant, d'autres le définissent comme étant seulement

les mouvements inconscients et involontaires comme le « fidgeting » et les tics nerveux (Kotz, *et al*., 2008). Le NEAT est très variable, selon les individus (100 kcal – 800 kcal), non seulement entre les individus sédentaires et les individus plus actifs, mais également parmi les individus sédentaires (Black, Coward, Cole, & Prentice, 1996).

De fait, l'accéléromètre est une technologie relativement nouvelle qui nous permet d'estimer la DÉAP de façon efficace, et ce, même à l'extérieur d'un laboratoire. Lors de cette étude, l'accéléromètre était installé sur le bras droit du participant, pendant une période de deux jours (34 heures). Cette disposition nous permettait de mesurer sa DÉ lorsqu'il était à l'extérieur de notre laboratoire.

La compensation énergétique (CÉ)

L'exercice est un outil de contrôle du poids couramment prescrit; cependant, les pertes de poids qui s'en suivent sont souvent inférieures à celles qui sont prédites. Malgré tout, les bienfaits de l'exercice sont bel et bien présents. Le terme compensation énergétique est défini par l'ensemble des réactions physiologiques qui surviennent à la suite d'une séance d'exercice qui a pour effet de réduire ou de masquer complètement l'impact de l'exercice physique (augmentation de la dépense énergétique) sur l'équilibre énergétique. Ces réactions physiologiques peuvent certes survenir sur le plan de la dépense énergétique subséquente, plus principalement le NEAT, mais l'apport énergétique peut aussi être affecté. Les changements compensatoires qui sont attribuables à l'augmentation de la DÉAP ont été étudiés, depuis plus de 55 ans, par Edholm et Mayer (Edholm, Fletcher, Widdowson, & McCance, 1955; Mayer *et al.*, 1954;Mayer, Roy, & Mitra, 1956). Leur théorie repose sur un système de contrôle biologique. Le corps a un point de référence et, lorsque survient un débalancement, des réponses biologiques

surgissent afin de rétablir le point d'équilibre. Cette relation entre l'exercice et la CÉ est d'une importance cruciale, dans le but de déterminer l'efficacité des exercices quant à la perte de poids (Hopkins, *et al.,* 2010). Selon Mayer *et al.,* la régulation de l'AÉ est d'une telle flexibilité qu'une augmentation de la DÉAP est automatiquement suivie d'une augmentation de l'apport calorique (Mayer, *et al*., 1956). Une augmentation de l'AÉ qui serait identique à l'augmentation de la DÉAP provoquerait une CÉ de 100 %, alors que l'absence de changement d'AÉ aurait pour effet une CÉ de 0 %. Il est important de noter que la théorie d'Edholm et Mayer n'est fondée que sur des études observationnelles et qu'elle n'a pas été éprouvée à l'aide du design expérimental.

La CÉ qui est causée par une restriction alimentaire est très bien documentée, dans la littérature (Delargy, Burley, O'Sullivan, Fletcher, & Blundell, 1995; Green, Burley, & Blundell, 1994; N. A. King, Lluch, Stubbs, & Blundell, 1997; Lawton, Burley, Wales, & Blundell, 1993). Dans ces situations, l'AÉ, après la période de restriction, est augmenté, et l'équilibre est rétabli. La possibilité qu'est l'exercice qui occasionne un déséquilibre énergétique, comme peut d'ailleurs le provoquer une restriction alimentaire, nous permet de croire qu'une augmentation de l'appétit et de l'AÉ s'ensuivrait également. Cependant, il est maintenant mieux connu que ce principe n'est pas aussi simple et que plusieurs facteurs peuvent avoir un impact.

À la suite d'une séance d'exercice, divers facteurs peuvent faire augmenter l'apport alimentaire: la densité énergétique des nutriments qui ont été consommés, l'augmentation de la fréquence et de la grosseur des repas (N. A. King *et al*., 2007). Certaines études montrent cette augmentation de l'AÉ à la suite d'une séance d'exercice (Pomerleau, Imbeault, Parker, & Doucet, 2004; Verger, Lanteaume, & Louis-Sylvestre, 1991). Cependant, Hubert *et al.* montrent qu'une séance d'entraînement ne modifie pas autant l'appétit qu'une restriction alimentaire (Hubert, King, & Blundell, 1998). L'étude de King *et al.,* appuie ces résultats, puisqu'elle ne

mesure aucune augmentation de l'AÉ, malgré une augmentation de 1200 kcal de la DÉAP (N. A. King, *et al*., 1997). Des études plus récentes en arrivent également aux mêmes conclusions, à la suite d'une marche de 60 minutes et d'une course de 90 minutes sur tapis roulant (J. A. King, Miyashita, Wasse, & Stensel, 2010; James A. King, Wasse, & Stensel, 2013). D'autres études montrent même qu'une diminution de l'appétit est perceptible immédiatement après une séance d'exercice, un phénomène qui est connu sous le nom anorexie induite par l'exercice (N. A. King & Blundell, 1995; N. A. King, Burley, & Blundell, 1994; Kissileff, Pi-Sunyer, Segal, Meltzer, & Foelsch, 1990; Thompson, Wolfe, & Eikelboom, 1988). Il est important de mentionner que ce phénomène n'est visible que pendant les 60 premières minutes qui suivent un entraînement, principalement de haute intensité. Nous discuterons subséquemment en plus de détails de ce phénomène.

L'activité physique peut également avoir un impact négatif sur la perte de poids. Les modifications comportementales se font sous le contrôle conscient et peuvent avoir un effet sur le poids corporel. Un faible engagement envers le programme d'entraînement (manquer une séance d'entraînement, réduire la période d'entraînement) peut faire en sorte que soit réduite la DÉ qui découle du programme d'entraînement. L'étude de Stubbs *et al.,* propose que la fatigue qui est induite par le programme d'entraînement fait diminuer le NEAT (Stubbs *et al*., 2004). L'étude de Westerterp *et al.,* appuie cette proposition, pour ce qui est de l'entraînement de haute intensité (Westerterp, 2001). Le sentiment de fatigue pourrait être perçu comme un signal de rétroaction, afin de prévenir la perte de poids. Il se peut également que la fatigue qui serait éprouvée lors de l'entraînement augmente le besoin de récompense chez certains individus, ce qui se traduirait par de l'inactivité physique ou par la consommation d'aliments denses en énergie.

On rapporte que les réponses physiologiques qui apparaissent à la suite d'une séance d'exercice varient beaucoup, selon les individus. Le vaste champ d'action qu'implique la séance d'exercice suppose un réseau complexe d'interaction et de réponses, parmi les individus. Il n'est donc pas surprenant que les réponses compensatoires observées en période post-entraînement varient et que les chercheurs aient de la difficulté à développer une explication qui soit fixe, quant à ce phénomène (N. A. King, *et al*., 2007). Jusqu'à présent, peu d'études ont tenté d'analyser les différentes réactions à l'égard de l'exercice physique. Des réactions biologiques et comportementales interagiraient afin de déterminer les effets de l'entraînement sur l'équilibre énergétique (Hopkins, *et al.*, 2010).

Un résumé des études qui ont porté sur l'AÉ aigu à la suite des séances d'exercice est présenté dans le **tableau 1.1**. Les valeurs de compensations énergétiques qui sont présentées dans ce tableau ont été calculées à partir des données d'AÉ et du coût énergétique des exercices qui ont été rapportés dans chacune de ces études.

Tableau 1.1. Résumé des études qui ont mesuré l'impact de l'exercice sur la CÉ aigu. Les données ci-dessous ont été calculées à partir des données rapportées dans ces études.

Référence	Sujets	Intervention	Compensation aigu
King et *al*., 2013	10 hommes actifs et non obèses	60 minutes à 72% du VO2max sur TR	-1 %
Jokish *et al.,* 2012	10 hommes actifs et 10 hommes inactifs non obèse	45 minutes à 65-75 % du RCM sur un ergocycle	Actifs = 20 % et Inactifs = -30 %
Unick *et al.,* 2012	19 femmes sédentaires et obèses	40 minutes de marche sur TR à une vitesse de 3 mph et à une inclinaison qui engendre un RC entre 70 et 75 % du RCM. La DÉ de la séance d'exercice était de 3 kcal/kg.	1%
Balaguera-Cortes *et al.,* 2011	10 hommes actifs et non obèses	Durée de 45 minutes RES = 70 % de 1RM et AER = 70 % du VO2max sur TR	RES = 57 % AER = 31 %
Vantansever-Ozen *et al.,* 2011	10 hommes actifs et non obèses	105 minutes à 50 % du VO2max suivi de 15 minutes à 70 % du VO2 max sur TR	4%
Thivel *et al.,* 2011	7 filles et garçons obèses	3 x 10 minutes à 70 % du VO2max sur TR	Filles = -56 % et Garçon = -98 %
Laan *et al.,* 2010	19 hommes actifs et non obèses	Durée de 35 minutes RES = 70 % de 1RM et AER = 70 % du RCR sur TR	RES = 175 % AER = 39 %
King *et al.,* 2010	9 hommes non obèses	90 minutes à 70 % du VO2max sur TR	7%
Finlayson *et al.,* 2009	22 femmes sédentaires non obèses	50 minutes à 70 % du VO2max sur un ergocycle	73%
Maraki *et al.,* 2005	12 femmes non obèses	60 minutes d'entraînement aérobique et musculaire	-2 %
Pomerleau *et al., 2004*	13 femmes modérément actives et non obèses	DÉ = 350 kcal FI = 40 % de VO2max et HI = 70 % de VO2max sur TR	Aigu: FI = 25 % et HI = 41 % 1 journée: FI = 41 % et HI = 91 %

George *et al., 2003*	12 femmes non obèses et 12 femmes obèses	DÉ = 200 kcal à 60 % du RCM sur TR	Non obèses = -41 % et Obèses = 25 %
Imbeault *et al.,* 1997	11 hommes non obèses	DÉ = 2050 KJ FI = 35 % VO2max et HI = 75 % de VO2max sur TR	FI = 39 % HI = 1 %
King *et al.,* 1997	8 hommes non obèses	60 minutes à 70 % du RCM sur TR	-15 %
Tremblay *et al.,* 1994	9 hommes non obèses	60 minutes à 55-60 % de VO_{2max} sur TR	-200 %
Verger *et al.,* 1991	8 hommes et 5 femmes non obèses	DÉ = 500 kcal à 78 % du RCM (entraînement aérobique diverse	94%

Légende: RC = Rythme cardiaque; RCM = rythme cardiaque maximal; RCR = rythme cardiaque de réserve; FI = Faible intensité; HI = Haute intensité; DÉ = dépense énergétique; mph = mile à l'heure; TR = Tapis roulant
AER = Aérobique; RES = Résistance

L'apport énergétique relatif

L'apport énergétique relatif est une façon différente d'exprimer la CÉ. On le calcule en soustrayant le coût calorique de la séance d'exercice à l'AÉ qui en a découlé (AÉ – coût calorique = apport énergétique relatif). Plus la DÉ est grande, plus les chances d'avoir un apport énergétique relatif négatif augmentent (Kissileff, *et al*., 1990; Pomerleau, *et al*., 2004). Plusieurs études rapportent une diminution de l'apport énergétique relatif, après une séance d'entraînement en aérobie (Deighton, Zahra, & Stensel, 2012; Imbeault, Saint-Pierre, Almeras, & Tremblay, 1997; James A. King, *et al*., 2013; N. A. King, 1999; Kissileff, *et al*., 1990; Maraki *et al*., 2005; Pomerleau, *et al.,* 2004; Vatansever-Ozen, Tiryaki-Sonmez, Bugdayci, & Ozen, 2011). Toutefois, seulement des mesures aigues montrent des différences significatives. Une étude mesure l'apport énergétique relatif après une séance en résistance et ne rapporte aucune différence (Laan, *et al*., 2010); il reste que le faible coût énergétique qui y est associé peut en être responsable.

Le sexe

Le sexe est une variable très importante, quand il est question de CÉ. Il a été montré que les femmes sont plus sujettes à la CÉ que les hommes (Imbeault, *et al.,* 1997; Pomerleau, *et al*., 2004). L'étude de Stubbs *et al.* montre qu'une augmentation de la DÉ échelonnée sur sept jours, chez les femmes, par l'entremise de l'exercice physique, est annulée presque entièrement par une augmentation de l'AÉ (Stubbs, Sepp, Hughes, Johnstone, King, *et al*., 2002). Aucune augmentation de l'AÉ n'a été mesurée chez les hommes, dans les mêmes conditions (N. A. King & Blundell, 1995; Stubbs, Sepp, Hughes, Johnstone, Horgan, *et al*., 2002).

L'adiposité

L'adiposité semble aussi avoir un impact. L'étude de Kissileff *et al.* montre que les femmes obèses ont un appétit qui est plus grand après un exercice d'intensité modérée que dans le cadre de la séance contrôle, alors que les femmes non obèses ont le même appétit dans les deux conditions (Kissileff, *et al*., 1990). Il n'y a pas de différence entre les hommes obèses et non obèses, toujours selon cette étude. Les mêmes observations ont été faites après une séance d'entraînement à intensité modérée (2 heures d'ergocycle à 60W_{max}) chez des hommes (Westerterp-Plantenga, Verwegen, Ijedema, Wijckmans, & Saris, 1997). Cependant, l'étude de George *et al.* 2003 ne trouve aucune modification de l'apport énergétique quant aux femmes obèses après 60 minutes d'exercice (60 % du rythme cardiaque maximal) sur un tapis roulant. Les mêmes observations ont été notées quant aux femmes non obèses (George & Morganstein, 2003).

Le niveau d'activité physique

L'entraînement et le temps où les individus sont physiquement actifs semblent également exercer une influence sur la CÉ. L'étude de Jokisch *et al.,* (2012) montre que les individus actifs ont une meilleure capacité quant à augmenter leur AÉ en fonction de la DÉ occasionnée par un entraînement. À la suite d'une séance de 45 minutes sur un ergocycle, les individus actifs (plus de 150 minutes par semaine) ont inscrit une CÉ de 22.7 %, tandis que les individus sédentaires (moins de 60 minutes par semaine) ont inscrit une CÉ de -35.4 %, à la suite de cette même séance d'exercice (Jokisch, Coletta, & Raynor, 2012). Ces résultats cautionnent l'étude de Mayer *et al.*, selon laquelle les individus sédentaires ont de la difficulté à réagir à cette augmentation soudaine de la DÉ (Mayer, *et al*., 1954).

L'appétit

Contrairement à ce qu'énoncent les premières théories qui portent sur la CÉ, plusieurs études montrent que l'appétit diminue, voire même se résorbe, après une séance d'entraînement (N. A. King & Blundell, 1995; N. A. King, *et al*., 1994; Kissileff, *et al.,* 1990; Thompson, *et al*., 1988), alors que d'autres n'ont pas observé les mêmes résultats (Imbeault, *et al*., 1997; Pomerleau, *et al.*, 2004). Ce phénomène est connu sous le nom d'anorexie induite par l'exercice (N. A. King*, et al.*, 1994). Cette forme d'anorexie est de courte durée (30 à 60 minutes) et elle n'aurait que très peu d'impact sur l'AÉ subséquent (Bellisle, 1999; J. A. King, *et al*., 2010; James A. King, *et al*., 2013; N. A. King, *et al*., 1997). Les études qui se penchent sur ce problème traduisent différents résultats : une augmentation de l'AÉ (Pomerleau *et al.,* 2004), aucun changement (Imbeault, *et al.*, 1997; Lluch, King, & Blundell, 2000) et une diminution de l'AÉ (Westerterp-Plantenga, *et al*., 1997). L'étude de Verger montre que l'intervalle entre le repas et la fin de l'activité physique a un impact sur l'AÉ subséquent (Verger, *et al*., 1991). Plus l'intervalle est grand, plus l'AÉ est important. King *et al*., ont laissé aux participants le soin de choisir le moment auquel ils voulaient consommer un repas à la suite d'un entraînement de 60 min à 70 % du VO_{2max}. Les participants ont mangé tardivement, à la suite de la séance d'exercice, comparativement à la séance contrôle, sans pour autant que cela affecte l'AÉ (James A. King, *et al*., 2013). Ces résultats suggèrent que l'impact aigu de l'anorexie induite par l'exercice fait en sorte de retarder l'apport nutritionnel sans que la quantité soit affectée.

L'intensité

L'intensité selon lequel est effectué l'exercice a aussi une incidence sur la CÉ. Pomerleau *et al.* montrent que, pour un même coût calorique, les exercices de haute intensité chez les

femmes génèrent une CÉ plus grande que les exercices de faible intensité, la CÉ étant respectivement de 91 % et de 41 %, après une journée (Pomerleau, *et al.*, 2004). D'autres études rapportent un apport énergétique plus important à la suite d'un entraînement de haute intensité (Finlayson, Bryant, Blundell, & King, 2009; Verger, *et al.,* 1991). Tremblay *et al.*(1994) montrent toutefois que les exercices intermittents de haute intensité sont meilleurs, quant à la perte de gras sous-cutané, pour ce qui des sujets de sexe masculin (Tremblay, Simoneau, & Bouchard, 1994).Les conclusions de l'étude d'Imbeault *et al.,* corroborent ces résultats. Une séance d'entraînement de haute intensité (75 % du VO_{2max}) y cause une faible diminution de l'apport énergétique par rapport à la séance contrôle; aucune modification n'y a été notée à la suite de la séance de faible intensité (35 % du VO_{2max}) (Imbeault, *et al*., 1997).

Les facteurs cognitifs

Des facteurs cognitifs (habitudes alimentaires), comme ceux qui ont été mesurés à l'aide du « Three Factor Eating Questionnaire », peuvent être utilisés dans le but de comparer les effets de l'exercice sur l'AÉ. Nous pouvons classer les individus en trois catégories : avec retenue, effréné ou désinhibé (Hill, Melby, Johnson, & Peters, 1995). Ces trois catégories font en sorte que l'individu est plus ou moins attentif aux sensations physiologiques qui déterminent la faim. Hill *et al.*ont proposé un modèle qui expliquerait la relation entre l'AÉ et la DÉ d'un individu en fonction de son poids corporel et de ses habitudes alimentaires. En général, en réponse à l'exercice, les individus qui ont une retenue alimentaire sont plus efficaces quant à créer un équilibre énergétique négatif par rapport aux mangeurs effrénés (Lluch, *et al.*, 2000). Selon King *et al.,* pour les individus qui font preuve de retenue alimentaire, l'exercice serait un mécanisme qui contrôlerait l'AÉ et non un mécanisme qui le stimulerait (N. A. King, 1999). Ces individus

arrêteraient de manger en période post-entraînement lorsqu'ils atteindraient une limite cognitive, non pas par atteinte de la satiété. Cependant, les liens entre les traits alimentaires et l'exercice sont très complexes et ils nécessitent plus de recherche si on veut en arriver à des conclusions.

Finlayson *et al.* se sont intéressés au sentiment de récompense qui est associé à la nourriture afin d'expliquer l'augmentation de l'AÉ (Finlayson, *et al.*, 2009). Il a été démontré qu'un exercice de faible intensité peut venir stimuler certaines régions du cerveau qui sont liées au sentiment de récompense et de dépendance (Lett, Grant, & Gaborko, 1996). À la suite d'une séance d'ergocycle de 50 minutes à 70% de la fréquence cardiaque maximale, Finlayson *et al* ont divisé les participants en groupe de compensateurs, soit ceux qui consomment plus à la suite de l'entraînement, et de non compensateurs, soit ceux pour qui l'AÉ est le même après l'entraînement. Les individus compensateurs ont alors évalué la nourriture qui a été consommée comme étant plus agréable par rapport aux individus non compensateurs. Ceci signifie que le sentiment de récompense lié à la nourriture peut expliquer en partie la CÉ au cours de la période post-entraînement. Il est proposé que l'exercice a un effet sur l'humeur, au cours de cette période post-entraînement (Schneider, Spring, & Pagoto, 2009) et sur les envies alimentaires envers certains aliments (Taylor & Oliver, 2009), par exemple les aliments riches en gras ou en énergie (N. A. King, *et al*., 2007). Une étude récente rapporte que les femmes sédentaires éprouvent divers sentiments, à l'égard de l'exercice (Unick, Michael, & Jakicic, 2012). Elle montre également que ce sentiment peut avoir un impact sur l'AÉ post-entraînement. Les tendances qui y sont évoquées montrent une réduction de l'AÉ lorsque les sentiments rattachés à l'exercice sont positifs et une augmentation de l'AÉ lorsque ce sentiment est négatif (Unick, *et al*., 2012), alors que l'étude de Maraki *et al* montre que l'humeur se trouvait améliorée, à la suite d'une séance d'exercice, surtout lorsque celui-ci était effectué le matin (Maraki, *et al*., 2005).

L'aptitude très limitée des gens quant à quantifier les valeurs énergétiques d'un AÉ et d'une DÉ peut aussi être une variable à considérer. Blundell *et al.* tentent d'expliquer la CÉ par le fait que les individus surestiment la DÉ de leurs activités physiques et sous-estiment le contenu énergétique des aliments qu'ils consomment (Blundell & King, 2000). En effet, une erreur de jugement au sujet du contenu énergétique des aliments et du coût énergétique d'un entraînement peut venir changer l'incidence finale qu'a ce dernier sur l'équilibre énergétique (N. A. King, *et al*., 2007). Selon l'étude de Willbond *et al.,* il est vrai que les gens ont tendance à surestimer leur DÉAP. À la suite d'une séance d'entraînement sur tapis roulant à 50 % du VO_{2peak}, les participants estiment qu'une DÉ est trois à quatre fois plus grande que la valeur réelle et que l'énergie qu'ils consomment après l'entraînement est entre deux et trois fois plus grande que l'énergie qu'ils dépensent (Willbond, Laviolette, Duval, & Doucet, 2010). Toujours dans la même optique, l'étude de Van Walleghen *et al.* observe que les hommes actifs sont mieux disposés à ajuster leur apport alimentaire que les individus sédentaires, à la suite d'une séance d'exercice (Van Walleghen, Orr, Gentile, Davy, & Davy, 2007), alors que Cornier *et al.* observent, à l'aide d'imagerie par résonnance magnétique, une modification de l'activité de certaines régions du cerveau importantes à la régulation de l'AÉ à la suite d'un programme d'entraînement de six mois (Cornier, Melanson, Salzberg, Bechtell, & Tregellas, 2012).

Différences entre les protocoles

Plusieurs différences ont été trouvées, sur le plan des protocoles qui sont utilisés, dans le cadre de la revue de la littérature. Ces différences rendent compliqué l'impératif de tirer des conclusions sur un facteur quelconque. Certaines études utilisent des buffets *ad libitum* (Pomerleau, *et al.*, 2004; Potteiger, Jacobsen, Donnelly, & Hill, 2003; Willbond, *et al*., 2010),

d'autres, des dîners prédéfinis (Broom, Stensel, Bishop, Burns, & Miyashita, 2007). Certaines études ont également mesuré l'AÉ aigu 15 minutes (Imbeault, *et al*., 1997; Kissileff, *et al.*, 1990) après la fin de la séance d'exercice, alors que d'autres l'ont mesuré après 60 minutes (Pomerleau, *et al.*, 2004; Verger, *et al.*, 1991). Il en est de même pour la CÉ à court terme. Les études semblent la mesurer pendant une journée seulement (Pomerleau, *et al*., 2004), alors que d'autres l'ont fait pendant de plus longues périodes (Stubbs, Sepp, Hughes, Johnstone, Horgan, *et al*., 2002; Stubbs, Sepp, Hughes, Johnstone, King, *et al*., 2002). L'une des études qui s'avère une référence dans ce domaine est le travail d'Edholm *et al.* Ces derniers ont mené une étude observationnelle d'une semaine sur des cadets pendant les activités militaires de ceux-ci. Ils voulaient mettre en rapport le temps au cours duquel les militaires étaient physiquement actifs, en une journée, et la nourriture consommée subséquemment. Ils ont rapporté une absence de relation entre l'AÉ et la DÉ au cours de la même journée, mais ils ont aussi relevé qu'il y a une relation entre la DÉ de la première journée et l'apport qui a prévalu lors de la deuxième journée (Edholm, *et al.*, 1955). Ils concluent donc « We do not eat for today but for the day before yesterday ». Cependant, plusieurs études ont tenté de reproduire celle-ci, mais en vain (De Castro, 1997; Edholm, 1977; N. A. King, 1998). Il était donc pertinent de mesurer la CÉ (buffet *ad libitum*) au cours d'une période qui s'est étalée sur plusieurs repas.

Une lacune actuelle est le manque de mesures objectives de la DÉ, dans la plupart des études qui se sont intéressées à la CÉ, à tout le moins à court terme. La réduction des activités de la vie de tous les jours, en réponse à l'entraînement, a le potentiel d'éponger partiellement le déficit énergétique qui est induit par l'exercice. Il a été démontré, par l'étude de Ravussin *et al.*, que le NEAT peut représenter une variabilité de 100 à 800 kcal, selon les sujets (Ravussin, Lillioja, & Anderson, 1986). La difficulté des mesures peut être une raison qui explique le

manque de données, quant à cette composante, dans la littérature. Cependant, avec les technologies de pointe, il est maintenant possible de le faire. Plusieurs études sont fondées sur l'utilisation de ces nouvelles technologies afin de quantifier la DÉ dans la vie de tous les (Bonomi, Goris, Yin, & Westerterp, 2009; Colley, Hills, King, & Byrne, 2010; Ermes, Parkka, Mantyjarvi, & Korhonen, 2008; Long, Yin, & Aarts, 2009; Riou *et al*., 2011). Il est donc intéressant d'utiliser cette technologie afin de quantifier l'impact d'une séance d'exercice sur la DÉ.

Entraînement en résistance

La quasi-totalité des études qui se sont intéressées à la CÉ après l'exercice ont ciblé des modalités d'entraînement de type aérobique. Seulement trois études se sont attardées aux modifications de l'AÉ à la suite d'une séance de résistance (Balaguera-Cortes, *et al*., 2011; Ballard, *et al*., 2009; Laan, *et al*., 2010), et seulement deux d'entre elles ont inclus les deux modalités à l'intérieur du même protocole (Balaguera-Cortes, *et al*., 2011; Laan, *et al*., 2010)). Ballard *et al.*ont mesuré l'AÉ à la suite d'un entraînement en résistance d'environ 80 minutes auprès de 21 jeunes adultes. L'AÉ qui a été mesuré à l'aide d'un buffet servi deux heures après la séance n'était pas plus élevé qu'après la séance sans exercice (Ballard, *et al*., 2009). Des résultats semblables ont été observés par Balaguera-Cortes et ses collaborateurs : aucune différence, sur le plan de l'AÉ, 30 minutes après des séances d'entraînement de 45 minutes qui ont été effectuées à différentes modalités (en résistance, en aérobie et contrôle) (Balaguera-Cortes, *et al*., 2011). Les dépenses énergétiques qui avaient été estimées pour les différentes séances étaient de 673, 322 et 61 kcal, pour les séances en aérobie, en résistance et contrôle respectivement. L'étude de Laan *et al.* compare l'AÉ à la suite de modalités d'entraînement

différentes. La DÉ estimée des différentes séances d'exercice était de 290 et de 80 kcal, pour ce qui est, respectivement, des séances en aérobie et en résistance. L'AÉ qui a été mesuré en période post-entraînement était significativement plus élevé, par rapport à la séance contrôle, après les deux conditions d'exercice. Aucune différence significative n'a été mesurée entre les deux modalités d'entraînement (Laan, *et al*., 2010).

Tel qu'il a été énoncé précédemment, la littérature actuelle n'établit aucune différence par rapport à l'apport énergétique à la suite des séances d'entraînement, soit en aérobie et en résistance. Cependant, comme le rapporte le **tableau 1.1**, une plus grande CÉ a été calculée après une séance en résistance comparativement à celle qui a découlé de la séance d'entraînement en aérobie. Les études qui sont présentées dans ce tableau révèlent une plus grande CÉ après la séance de résistance, et ce, en dépit du fait que le coût calorique de cette dernière a été surestimé. Dans les études de Laan *et al.* et de Balaguera-Cortes *et al.*, le coût calorique n'a pas été mesuré directement, dans le cadre des séances en résistance, contrairement à ce qui a été effectué en ce qui concerne les séances en aérobie. Les auteurs ont plutôt utilisé une équation afin de l'estimer. Une surestimation de la dépense énergétique aurait pour effet de réduire la valeur de la CÉ. Afin de pallier cette lacune, nous avons mesuré la dépense énergétique des deux modalités d'entraînement, avec le souci de la précision, à l'aide de la calorimétrie indirecte. Il sera donc intéressant de voir si notre séance d'entraînement en résistance, dans le cadre de laquelle le coût calorique sera quantifié avec précision, engendrera une CÉ encore plus importante que celle que présente la littérature actuelle. De plus, aucune des études précédentes n'a tenu compte du coût énergétique qu'impliquent les différentes séances à titre d'élément de comparaison principal, lorsqu'elles se sont concentrées sur la durée de ces dernières. Cette modification au protocole

aura pour effet d'augmenter la durée des séances en résistance, tout comme le sentiment de fatigue des participants après l'exercice.

Chapitre 2

Problème de recherche

Question générale de recherche

Ce projet de recherche a pour but principal d'étudier l'impact de la modalité de l'exercice sur la compensation énergétique chez l'adulte en santé.

À l'heure actuelle, il nous est impossible d'expliquer le phénomène de la CÉ de façon précise. Quelques études ont tenté de l'expliquer, mais les divergences dans les résultats et les différents protocoles qui ont alors été utilisés ne nous permettent pas d'en arriver à une conclusion précise. Fait intéressant, seulement deux études ont comparé l'effet des séances d'entraînement en aérobie et en résistance sur l'AÉ dans le même devis expérimental, mais aucune d'entre elles n'a tenu compte de la DÉ qui est liée à ces séances. La mesure précise de la DÉ dans le cadre de la période d'entraînement fait-elle en sorte de créer une CÉ plus grande? L'entraînement en résistance a-t-il les mêmes effets que l'entraînement en aérobie, lorsque la DÉ est la même? De plus, peu d'études ont mesuré l'apport nutritionnel au cours d'une période plus longue qu'une journée. Le phénomène de la CÉ est-il plus grand si l'AÉ est mesuré au cours d'une période de deux jours? Finalement, la DÉ est la grande oubliée, puisqu'aucune étude n'en tient compte en situation d'étude aiguë. La DÉ qui suit une séance d'entraînement se trouve-t-elle modifiée? Cette dernière assume-t-elle un rôle négatif ou un rôle positif, sur le plan de la CÉ?

Question spécifique de recherche

Dans le cadre de cette étude, nous avons mesuré les impacts qu'ont différentes modalités d'entraînement, à l'aide d'un protocole équicalorique de 4 kcal/kg. Ces modalités représentent un

entraînement en aérobie (70 % du VO_{2peak}), un entraînement en résistance (70 % de 1RM) et une séance contrôle. L'AÉ, la DÉ, la CÉ totale, les préférences macronutritionnelles et l'appétit ont été mesurés en aigu, après une journée (10 heures) et après deux jours (34 heures), auprès d'adultes en santé.

Objectifs

1- Déterminer si la modalité d'un exercice isocalorique (en aérobie ou en résistance) a un impact sur l'AÉ qui suit l'exercice, après 1 journée et après 34 heures.
2- Déterminer si la modalité d'un exercice isocalorique (en aérobie ou en résistance) a un impact sur la DÉ une journée après la séance d'exercice et après 34 heures.
3- Déterminer si la modalité d'un exercice isocalorique (en aérobie ou en résistance) a un impact sur la CÉ une journée après la séance d'exercice et après 34 heures.

Hypothèses

1- La séance d'entraînement en résistance entraînera une augmentation plus importante de l'AÉ immédiatement après la séance, après une journée et après la seconde journée.
2- La séance d'entraînement en résistance entraînera une diminution plus importante de la DÉ post-entraînement après une journée et après la seconde journée.
3- La séance d'entraînement en résistance engendrera une augmentation plus importante de la compensation énergétique après une journée et après la seconde journée.

Chapitre 3

Méthodes et techniques

Afin d'éviter la redondance, les détails de ce chapitre seront présentés dans la section « Materials and Methods» de l'article.

Chapitre 4

Article

Resistance and aerobic training do not affect post-exercise energy compensation in adults

par

Sébastien Cadieux, Jessica McNeil, Mary LaPierre and Éric Doucet

Université d'Ottawa, Faculté des Sciences de la Santé,
École des Sciences de l'Activité Physique,
Ottawa, Ontario, Canada

Abstract

Background: Previous research reported no effect of exercise modality on energy intake (EI). However, the relatively low energy cost of resistance training, the absence of total energy-expenditure (TEE) measurements and the acute nature of the studies may be limiting factors. To our knowledge, it is unknown whether isocaloric resistance and aerobic-based exercises may lead to different degrees of post-exercise energy compensation (PEEC) over 34 hours.

Objective: We evaluated the effects of exercise modality (resistance and aerobic) on EI, TEE and PEEC acutely, after 10 hours and 34 hours.

Method: Sixteen moderately active men and women participated in three randomized crossover sessions: a resistance- and an aerobic-based exercise session performed at 70% of 1 RM and of VO_{2max}, respectively, as well as a sedentary control session. Exercise energy expenditure (EEE) was continuously measured (indirect calorimetry) throughout the training sessions, which were designed to produce an isocaloric EEE of 4 kcal/kg body weight. TEE and EI were monitored for 34 hours post-exercise with 1 biaxial accelerometer and a validated food menu, respectively.

Results: There were no differences in EI across exercise modalities acutely, 10 and 34 hours later. However, a modality-sex interaction was noted for the acute energy intake. Men ate more after the resistance than after the aerobic session (1567 ± 469; 1255 ± 409 kcal, respectively; p = 0.034), while no difference were seen for the women (568 ± 237; 648 ± 270 kcal, respectively; p = NS). Acute relative energy intake was lower after the aerobic session and resistance session compared to the control (673 ± 425; 793 ± 588; 1032 ± 689 kcal, respectively; $p < 0.01$). No difference in TEE and PEEC were found following 10 hours and 34 hours following the exercise intervention.

Conclusion: Exercise modality does not impact PEEC when EEE is the same. However, the results suggest that exercise modality affects EI acutely between sexes, where men ate more after the resistance than after the aerobic exercise session.

Keywords: Resistance, aerobic, energy intake, energy expenditure, post-exercise energy compensation

Introduction

According to findings by Edholm [1] and Mayer's theory of the biological regulation of energy balance [2-4], there are central regulatory systems able to strictly control energy intake (EI) in response to the smallest variations in energy expenditure (EE). Often times, individuals will exercise in order to increase their total daily EE. However, based on the previously discussed theories, the body compensates by increasing subsequent EI. A 100% post-exercise energy compensation (PEEC) is defined by an increase in EI to perfectly match the energy cost of the exercise session. However, an absence of changes in EI indicates a PEEC of 0%.

Many studies have measured the acute effects of exercise on EI, but conflicting results have ensued. Certain studies noted an increase in EI following an exercise session [5-8], while others noted no changes [9-15], or a decrease [16] in EI. Additionally, total daily energy expenditure (TEE) has never been measured acutely following an exercise session. Non-exercise activity thermogenesis (NEAT), which is the EE associated to all activities or movement performed during our daily living outside of an organised exercise session, is known as the most variable component of TEE [17]. An eight weeks study measured a decrease in the participants' NEAT during a training program (1500 kcal/week) [18], thus suggesting a potential effect of NEAT on the PEEC.

The large discrepancy in these results may be in part due to certain factors, which may have an impact on post-exercise EI, such as sex [7, 19, 20], obesity [21], exercise intensity [7] and cognitive factors [5, 22, 23]. Furthermore, the lack of objective measurements of TEE following exercise as well as a longer term (two days) measurement of EI might prevent a clear understanding of the PEEC.

The bulk of previous studies on the issue have focused on the effects of aerobic-based exercise on post-exercise EI. To our knowledge, only two studies have included an aerobic- and a resistance-based exercise session within the same study design. Balaguera-Cortes *et al.,* [24] found no significant differences between conditions. However, the low costs of the resistance session (322 kcal) compared to the aerobic (673 kcal) session might explain the absence of differences. Laan *et al.* [25], who also controlled for exercise duration instead of caloric cost (aerobic: 290 kcal; resistance: 80 kcal), showed no differences between conditions. Additionally, post-exercise EI was only recorded 30 minutes after exercise in these studies and the subsequent changes in TEE were not measured.

Taken together, the comparison between acute post-exercise EI following aerobic and resistance-based exercise sessions in previous studies are limited by a large discrepancy in the energy cost of exercise (EEE). Furthermore, the objective measurement of TEE and EI for a 34 hours period, in both men and women following an aerobic- and resistance-based exercise session within the same study design is warranted. The objective of the present study was to measure the effects of a 4 kcal/kg calorie-clamped aerobic- and resistance-based exercise session on EI, TEE and total PEEC in both men and women, acutely, on the same day (10 hours), as well as the following day (combined first and second day is equivalent to 34 hours). We hypothesized that the resistance-based exercise session would lead to greater EI acutely, as well as 10 and 34 hours later. A decrease in post-exercise TEE as well as a more important PEEC was also expected to occur following the resistance-based exercise session.

Materials and methods

Participants

Twenty-three participants (15 women and 8 men) were recruited through advertisements on the University of Ottawa campus. Of these recruited participants, seven did not complete all of the research procedures, as such, 16 participants (8 women and 8 men) were included in the analyses. All participants were individually interviewed to evaluate whether they met the inclusion criteria: between the ages of 18 and 45 years; participate in less than 150 minutes of physical activity per week; no heart problems; regular menstrual cycle (for women only); non-diabetic; stable weight (± 4 kg) within the last six months, and non-smoker. The study was conducted according to the guidelines laid down in the Declaration of Helsinki and all the procedures involving human participants were approved by the University of Ottawa Ethics Committee. Written informed consent was obtained from all participants.

Experimental sessions

This study used a randomized crossover design, where participants took part in three experimental sessions. A wash-out period of at least seven days separated each session. Women were only tested between days one and eight of the follicular phase. Participants were instructed not to consume alcohol or participate in any structured physical activity (e.g. training, playing sports) for at least 24 hours prior to the start of each experimental session. Participants were also asked to limit their structured physical activity during the morning prior to each session (e.g. take the bus when coming to the lab). Lastly, participants were asked to refrain from performing any structured physical activity during the data collection period (*i.e.* 34 hours following the exercise

session), but were allowed to take part in their habitual non-structured physical activities (*e.g.* walking, cycling to school).

An overview of the experimental design is presented in **Appendix 1**. Participants were asked to arrive at the laboratory at 0800 following a 12-hour overnight fast and were weighed upon arrival. During the first experimental session only, participants were asked to arrive at 0700 in order to measure resting metabolic rate via indirect calorimetry using a Vmax Encore 29N metabolic cart (SensorMedics Corporation, Yorba Linda, CA, USA). Due to a high volume of testing, a second metabolic monitor was also used to measure resting metabolic rate (Deltatrac II Metabolic Monitor, Sensor Medics Corporation, Yorba Linda, CA, USA). The correlation coefficients between the two indirect calorimeters calculated with 12 participants were: r= 0.990 for the resting metabolic rate (RMR), r=0.992 for the VO_2 and r=0.969 for the VCO_2 values. After resting for 20 minutes, RMR was assessed for 30 minutes. At 0830, a standardized breakfast was served, which consisted of 78 grams of thick sliced 100% whole wheat bread (D'Italiano®, 200 kcals), 18 grams of peanut butter (Kraft Smooth Peanut Butter®, 108 kcal), 16.3 grams of raspberry jam (Kraft Pure®, 52 kcal), 21 grams of ultra mild cheddar cheese (P'tit Québec®, 80 kcal) and 225 grams of orange juice (Tropicana Pure Premium®, 94 kcal). The meal was designed to have an approximate food quotient of 0.85 and an energy content of 534 kcal. At 0845, participants were asked to remain seated until the beginning of the training session, where reading was the only sedentary activity allowed.

At ≈ 1000 (0945 and 1020 for resistance and aerobic experimental sessions, respectively), participants took part in one of the three experimental sessions, during which the net EEE of the exercise sessions were clamped at 4 kcal/kg. During the resistance-based session, participants were asked to perform resistance training (**Appendix 2**) at 70% of their 1RM, based on the

intensity of the exercises determined by the 12 RM test done in the preliminary session. Exercises were grouped in pairs in order to form six supersets: 1) incline bench - lateral pull down; 2) leg press - leg curl; 3) chest press - seated row; 4) leg extension - calf raises; 5) lateral raises - pectoral fly and finally 6) overhead press - calf press. The order in which the supersets were performed is presented **Appendix 2**. Each superset was performed four times with 10 repetitions for each exercise, and a two minutes rest was given between supersets. This protocol was repeated until target EEE was reached. Extra series (superset #2) were added if the targeted EEE was not reached at the end of the protocol. The aerobic-based exercise session consisted of running on a treadmill at an intensity of 70% of the participant's VO_{2peak} until the target EEE was reached. Lastly, during the control session, participants remained seated for the duration of the session and were only allowed to do recreational reading. An overview of the protocol employed for each experimental session is presented in **Figure 1**. EEE during each exercise session was assessed using a portable indirect calorimetry unit (model K4b^2, COSMED, Chicago, IL) and displayed the values in real time on a laptop (Pavillion dv6, Hewlett-Packard) using the K4b^2 data management software (Version 9.1 b, COSMED, Chicago IL). Participants were equipped with a face-mask that covered both the mouth and the nose and were instructed to breathe normally. Metabolic measurements were collected continuously for the duration of the session with the exception of two water breaks (after the 8th and 16th supersets) during the resistance session. Prior to each session, a 5-minute warm-up was performed (2 min at 3mph; 2 min at 5mph; 1 min at 3mph). Following each intervention, gas exchange was measured for 30 minutes, during which participants were asked to remain seated and do recreational reading. After all conditions, participants were asked to take a shower (with the same time allowance and water temperature across conditions). Finally, using the Borg CR10 scale (Borg, 1982), the

participants were ask to report how they would classify the intensity of the exercise and control sessions. It is important to note that five male participants were not able to complete the resistance session on their first try due to high exertion and dizziness. However, these five participants completed the session on their second occasion.

A lunch was served 75 minutes following each intervention. *Ad libitum* energy and macronutrient intake were measured with a validated food menu, as previously described in McNeil *et al. [26]*. During the aerobic and the control sessions, lunch was served around 1215. However, due to a longer exercise protocol, lunch was served around 1245 for the men and 1300 for the women during the resistance session (**Figure 1**).

After lunch, participants were asked to select the foods from the menu that they may consume later that day (1400 to midnight), and during the following day (midnight to midnight) (i.e. 34 hours following the intervention). The offered food items were prepared as previously described in McNeil *et al. [26]*. Participants were also asked to wear a biaxial accelerometer (SenseWear Pro 3 Armbands©, Health Wear Bodymedia, Pittsburgh, PA) for 34 hours following the intervention. The accelerometer was placed around the upper arm (halfway between the acromion and the olecranon) and was used to measure total EE (INNERVIEW software, version 4.02; Bodymedia, Pittsburgh, PA) [27]. It was also used to determine step counts and the amount of time it was worn (%). Accelerometery data for one participant was excluded due to accelerometer malfunctions.

Based on the EI, EE and EEE of the two modalities, three additional variables were calculated: relative energy intake (REI), relative EE and total PEEC:

REI = EI – EEE

Relative EE = TEE + EEE

$$\text{Total PEEC} = \left(\frac{[(EI - EI\ CTRL) + (TEE\ CTRL - TEE)]}{EEE} \right) \times 100$$

where EI is the *ad libitum* energy intake (food consumed either at lunch, during the entire first day or over the entire measurement period (34 hours)), EEE is the energy cost of the exercise session, TEE is the energy expenditure measured with accelerometers (calculated after the first day or after 34 hours), and CTRL is the control session.

An adapted version of the visual analog scales [28] were administered throughout the day, *i.e*., during fasting (8h15), after breakfast (time 0), as well as 30 and 60 minutes following breakfast. The same visual analogue scales were administered 45 and 65 minutes following exercise as well as immediately after lunch.

Preliminary session

Anthropometric measurements

Body weight was measured to the nearest 0.1 kg using a BWB-800AS digital scale and standing height was measured to the nearest centimeter using a wall stadiometer, Tanita HR-100 height rod, without shoes (Tanita Corporation of America, Inc.) before the start of each testing session, when participants were fasting. Body composition was measured using dual-energy X-ray absorptiometry (GE-LUNAR Prodigy module; GE Medical Systems) during the preliminary session only. The coefficient of variation and correlation for the percentage of body fat measured in twelve healthy participants tested in our laboratory were 1.8 % and r = 0.99, respectively.

Attitude towards food

The Three-Factor-Eating-Questionnaire (TFEQ) [29], a 51-item questionnaire that measures cognitive restraint, disinhibition, and hunger, was used to evaluate these cognitive determinants of eating behavior. This questionnaire was administered during the preliminary session only. According to the criterion proposed by the authors, only three women and no men were found to be restraint eaters (score > 10). Due to the small amount of participants in this category, no further results will be presented on this matter.

Maximal aerobic capacity

A progressive exercise stress test to exhaustion was performed to measure participants' peak maximal oxygen consumption (VO_{2peak}) on a treadmill. Participants were asked to refrain from any vigorous exercise and alcohol consumption for 24 hours before the test. They were also asked to abstain from eating and drinking coffee for at least two hours prior to the test. The Canadian Society of Exercise Physiology (CSEP) guidelines were followed, which denotes that each stage of the test lasts two minutes, at a constant speed with an increasing grade to the point of exhaustion. Heart rate and perceived exertion measured with the Borg scale [30] were assessed at rest and at the end of each stage. Breath-by-breath samples of expired air were collected with a mouthpiece, and measurements of VO_2 and respiratory exchange ratio were automatically collected using a Vmax 229 series metabolic cart (SensorMedics Corporation, Yorba Linda, CA, USA). Following a brief warm up, participants performed the test protocol. The test was terminated when at least two of the following criteria were achieved: 1) predicted maximal heart rate was reached; 2) respiratory quotient was above 1.1; 3) oxygen consumption

remained stable or decreased with an increase in workload or 4) a Borg scale rating of ≥19. Peak oxygen consumption was considered as the highest VO2 value during the test.

12 repetition maximum strength test (12RM)

The 12 repetition maximum strength test was performed for 12 different exercises; incline bench, lateral pull down, leg press, leg curl, chest press, seated row, leg extension, calf raises, lateral raises, pectoral fly, overhead press and calf press**.** The optimal position and range of motion for each exercise were explained to the participants for safety reasons. The weight of each exercise was adjusted until the participants were not able to do more than 12 (± 1) repetitions (70 % of 1RM). Participants alternated between performing upper and lower body exercises to make sure enough rest was given between sets. Three minutes of rest were given between each set for the same exercise.

Statistical analyses

SPSS Software 17.0 (SPSS Inc, Chicago) was used for all analyses. A one-factor repeated measures ANOVA for mixed design (aerobic, resistance and control) with one between subject factor (sex) was used to assess the effects of exercise modality on EI, REI, TEE, relative EE, PEEC and macronutrient intake. A repeated measures ANOVA with two within-subject factors [effect of intervention (aerobic, resistance and control) and effect of time], and one between subject factor (sex) was used to compare appetite scores. Paired-sample *t*-tests were used for *post hoc* comparisons with a Bonferroni adjustment of the significance level for multiple comparisons (3 comparisons). Paired-sample *t*-tests were used to compare the EEE, duration and perceived exertion of the two exercise sessions (aerobic and resistance). Independent *t*-tests were used to

compare subject characteristics between sexes. All comparisons were considered significant at $P < 0.05$. Results are presented as means ± standard deviations. All variables were randomly distributed.

Results

Characteristics of the participants

The characteristics of the participants are shown in **Table 1**. As expected, there was a significant difference in body weight, height, $VO_{2\ peak}$ and body fat between males and females. BMI was also different between sexes. However, no significant difference was found in regard to age. Body weight was also similar across conditions (aerobic: 69.2 ± 12.5; resistance: 68.6 ± 12.3; control: 68.9 ± 12.4 kg; NS).

Experimental conditions

As designed, there was no significant difference in EEE between the two exercise modalities (aerobic: 274.5 ± 50.6 and resistance: 270.4 ± 56.3 kcal; NS). As expected, exercise duration was significantly different between the aerobic and resistance session (24.3 ± 4.3; 87.5 ± 11.4; respectively; $p < 0.001$). The perceived exertions reported after the exercise sessions using a 10 point scale were also different (aerobic: 5.5 ± 1.8 and resistance: 7.1 ± 1.8; $p < 0.05$). The mean intensity of the aerobic resistance was 71 ± 2 % of VO_{2max}. It should also be noted that during the 30 minutes that followed exercise, EE was higher by 9 kcal ($p < 0.05$) on average after the aerobic session, however values in both sessions had returned to near pre-exercise values at the end of the cool down period (results not shown).

Energy Intake

There was a sex by training modality interaction for EI at lunch ($p < 0.05$). This effect was seen in men between the resistance and aerobic session (1567 ± 469; 1255 ± 409, respectively; $p = 0.034$) (**Figure 2**). As presented in **Table 2,** no other significant differences or interactions were observed. As expected, significant differences in EI were noted between sexes. We made a second analysis with adding the duration of the exercise session as a covariate, however no differences were observed.

No significant differences between sessions and intervention x sex interactions were found for lipid, protein and carbohydrate intakes at lunch, during the 1st day, and after 34 hours (Data not shown). As expected, absolute lipid, protein and carbohydrate intakes were higher in men compared to women for lunch, during the first day and over the 34 hour period (Data not shown).

Relative energy intake

Analysis showed significant differences between sessions for the REI at lunch ($p<0.001$). *Post hoc* analysis showed a higher intake during the control session (Control: 1032 ± 689; Aerobic: 673 ± 425; Resistance: 794 ± 588 kcal; $p < 0.01$). An interaction between sex and training modality on REI at lunch was also noted ($p < 0.05$). This effect was observed in both sexes, as REI was lower during the aerobic session compared to the control in men ($p < 0.01$); and REI was lower during the resistance session compared to the control in women ($p < 0.01$). Differences were also present for the REI at lunch, after the first day and after 34 hours between sexes ($p < 0.001$).

Energy Expenditure

Data for TEE are shown in **Table 2.** No significant differences were found between the three experimental sessions after day 1 and/or after 34 hours. As expected, significant differences between sexes were observed after day 1 and after 34 hours ($p < 0.003$ and $p < 0.001$, respectively).

Relative Energy Expenditure

Relative EE values after the first day are represented in **Figure 3.** A main effect of session was noted. *Post hoc* analysis showed a greater relative EE after the aerobic and the resistance sessions compared to the control session (1558 ± 340; 1471 ± 373; 1251 ± 372 kcal respectively). No differences were found after 34 hours.

Post-exercise energy compensation

As presented in **Table 3**, no differences were found for total PEEC after the first day and after 34 hours. However a high positive correlation was calculated between the PEEC after the aerobic and resistance session ($r = 0.796$, $p < 0.01$).

Appetite

No differences between experimental sessions were found for the desire to eat, hunger, fullness and prospective food value (Data not shown). However, as expected, a significant effect of time was measured ($p < 0.001$) during the day for all the conditions (Data not shown).

Discussion and Conclusion

The main objective of the present study was to quantify the effects of equicaloric aerobic- and resistance-based exercise sessions on EI, TEE and PEEC in men and women over 34 hours. Three main findings emerged from this study. First, no changes in EI were seen between sessions either acutely, after the first day or during the entire measurement period. However, men and women reacted differently to the different training modalities for the acute EI; men ate more after the resistance than after the aerobic session. Second, no changes in TEE were seen following each session. Third, there was no difference in PEEC between the two training modalities. The findings of this study are reinforced by the fact that the energy costs of the exercise session were matched, and that food intake was measured not only immediately after exercise but for the remainder of the day, and the next day. In addition, TEE over 34 hours was objectively measured during the same period providing a complete overview of PEEC.

Previous studies mainly focused on aerobic type modalities when investigating post-exercise EI [6-8, 10, 13, 15, 23-25, 31-36] and only three included resistance training [24, 25, 37]. Of these three studies, none controlled for the EEE and only two included both modalities in their design [24, 25]. This is the first study to report no major differences in acute EI between different training modalities for the same caloric cost. Similarly, no differences in energy intake were noted after the first day and/or 34 hours following the exercise intervention. The results in the current study suggest that resistance-based exercise does not influence subsequent EI differently than aerobic-based exercise when EI is measured for periods extending beyond the meal that immediately follows exercise. In this study, the resistance exercise session was longer in duration in order to achieve the same caloric expenditure and was also rated at a higher intensity. Balaguera-Cortes *et al.* [24] came to the same conclusion in their study in which the

duration of each training modality session was controlled for. Resistance exercise was perceived to be harder than the aerobic, but the energy intake consumed at lunch was not different. These results seem to show that different exercise modalities do not have an impact on EI, as both studies found no differences in EI independently of the duration or the calories expended, which were quite different. However, men and women responded differently to these modalities as far as EI at lunch was concerned. More specifically, men have a lower EI after the aerobic exercise session than during the resistance exercise session. Sex differences in EI were previously reported by Stubbs *et al.* [19]. They reported that men had a slightly negative compensation following an aerobic exercise, while the women's compensation was positive for the same conditions. The authors explained these differences by women's tendency to compensate by increasing their EI due to different psychological feeding predispositions (*i.e.* mood). Taken together, these results suggest that EI immediately following an exercise session might be different between sexes, and would be affected by the modality of the exercise. As for REI, this represents the EI of the participants by taking into consideration the energy cost of exercise. As expected, the REI value during the aerobic session was significantly lower than the control session at lunch only. A reduction in REI after aerobic sessions has been reported in multiple studies [7, 10, 15, 21, 25, 31, 33-35]. Taken together, it may be concluded that aerobic-based exercise decreases REI acutely, but this effect disappears 10 hours later. Conversely, conflicting results have been reported concerning the impact of resistance exercise on REI, which may simply be due to the fact that the energy cost of the resistance training session in other studies were not matched to that of the aerobic training session.

Measuring TEE alongside measurements of EI following an exercise session represents one of the novel contributions of this study. Participants were asked to wear the accelerometer

for 34 hours outside of the laboratory environment following the intervention. Our results showed no differences across sessions following the first day, and for the 34 hours following the exercise intervention. These results suggest that exercise itself and the training modality have no effects on subsequent TEE. As Westerterp *et al.* [38] reported in their study, increased EE due to training is not compensated by a decrease in leisure time activity. McLaughlin *et al.,* [39] reported similar results in lean males and females; NEAT was not affected by an eight day training program. Conversely, Colley *et al.* [18] measured a 22 % decrease in daily NEAT during the third and fourth week of an eight weeks training program in obese women. Given the important contribution of TEE to energy balance, and the highly variable nature of NEAT (15 % of TEE in sedentary individuals and 50 % or more of TEE in active individuals) [17], more studies need to investigate this variable under free living conditions in different populations.

In order to obtain a clearer image of the PEEC, both sides of the energy balance have to be considered. We measured a daily (10 hours) PEEC of 24 % after the aerobic session and a -4% after the resistance session. A previous study done by our group also reported a positive compensation of 91%, 11 hours after the completion of an aerobic exercise at the same intensity [7]. If we look at the entire study period, our data showed a negative compensation of -89 % for the aerobic session and a -65 % for the resistance, even if these differences were not significant. These negative energy compensations might be explained by the characteristics of the participants. To meet the inclusion criteria of physical activity per week, the participants had to be active for less than 150 minutes per week, ranking them as being below the physical activity standards established by CSEP. Jokisch *et al.* [32] reported that less active people had a lower EI in response to a precedent exercise. Additionally, participants were mostly recruited from the student body. Studies have reported that individuals, who have followed nutrition classes, which

is the case in the department where most students were recruited, are better at controlling their EI and choosing their foods more wisely when compared to the others [40-42]. This could have impacted the effects of the exercise sessions on EI. Our results are in accordance with those of Stubbs *et al.* [19], who found a negative seven day energy balance in men following a daily aerobic training. On the other hand, we noticed large standard deviation for the energy compensation after 34 hours, highlighting the high variation of responses between the participants. However the variation across participants were constant between modalities as represented by the high positive correlation between the two conditions. These results suggest that participants react differently to the exercise stimuli however an individual will have the same response independently of the training modality. Being the first study to measure EI and TEE simultaneously for 34 hours following an isocaloric resistance- and aerobic-based exercise session, it is difficult to draw further conclusions. Thus, future studies would be needed to assess PEEC in different populations (e.g. different BMIs, sex, age, habitual physical activity participation).

There are some limitations to this study. The 4 kcal/kg energy clamp may not have been a strong enough stimulus for the aerobic session, but it was reported as being sufficiently intense (exertion values) during the resistance session. It took on average 60 minutes more to achieve the EEE target during the resistance exercise session. As such, lunch was served slightly later during the resistance session in the majority of the cases, even if the exercise session was started 30 minutes earlier. Participants could have eaten food other than that provided to them, leading to an underestimation of their true EI once they had left the laboratory.

In summary, our three hypotheses were rejected. For the same energy cost of exercise, the resistance exercise session did not cause an acute increase in EI compared to the aerobic session.

However, it appears that men displayed greater acute EI after the resistance exercise. However, these differences were no longer apparent following lunch. Lastly, no differences in EI, TEE and PEEC after the first and second days were seen between the two training modalities.

References

1. Edholm, O.G., et al., *The energy expenditure and food intake of individual men.* The British journal of nutrition, 1955. **9**(3): p. 286-300.
2. Mayer, J., et al., *Exercise, food intake and body weight in normal rats and genetically obese adult mice.* The American Journal of Physiology, 1954. **177**(3): p. 544-548.
3. Mayer, J., P. Roy, and K.P. Mitra, *Relation between caloric intake, body weight, and physical work: studies in an industrial male population in West Bengal.* The American Journal of Clinical Nutrition, 1956. **4**(2): p. 169-175.
4. Mayer, J. and D.W. Thomas, *Regulation of food intake and obesity.* Science, 1967. **156**(3773): p. 328-37.
5. Finlayson, G., et al., *Acute compensatory eating following exercise is associated with implicit hedonic wanting for food.* Physiology and Behavior, 2009. **97**(1): p. 62-67.
6. George, V.A. and A. Morganstein, *Effect of moderate intensity exercise on acute energy intake in normal and overweight females.* Appetite, 2003. **40**(1): p. 43-46.
7. Pomerleau, M., et al., *Effects of exercise intensity on food intake and appetite in women.* American Journal of Clinical Nutrition, 2004. **80**(5): p. 1230-1236.
8. Verger, P., M.T. Lanteaume, and J. Louis-Sylvestre, *Human intake and choice of foods at intervals after exercise.* Appetite, 1991. **18**(2): p. 93-99.
9. Hubert, P., N.A. King, and J.E. Blundell, *Uncoupling the effects of energy expenditure and energy intake: Appetite response to short-term energy deficit induced by meal omission and physical activity.* Appetite, 1998. **31**(1): p. 9-19.
10. Imbeault, P., et al., *Acute effects of exercise on energy intake and feeding behaviour.* British Journal of Nutrition, 1997. **77**(4): p. 511-521.
11. King, N.A. and J.E. Blundell, *High-fat foods overcome the energy expenditure induced by high-intensity cycling or running.* European journal of clinical nutrition, 1995. **49**(2): p. 114-123.
12. King, N.A., V.J. Burley, and J.E. Blundell, *Exercise-induced suppression of appetite: Effects on food intake and implications for energy balance.* European journal of clinical nutrition, 1994. **48**(10): p. 715-724.
13. King, N.A., et al., *High dose exercise does not increase hunger or energy intake in free living males.* European journal of clinical nutrition, 1997. **51**(7): p. 478-483.
14. Lluch, A., N.A. King, and J.E. Blundell, *No energy compensation at the meal following exercise in dietary restrained and unrestrained women.* British Journal of Nutrition, 2000. **84**(2): p. 219-225.
15. Vatansever-Ozen, S., et al., *The effects of exercise on food intake and hunger: Relationship with acylated ghrelin and leptin.* Journal of Sports Science and Medicine, 2011. **10**(2): p. 283-291.
16. Westerterp-Plantenga, M.S., et al., *Acute effects of exercise or sauna on appetite in obese and nonobese men.* Physiology and Behavior, 1997. **62**(6): p. 1345-1354.
17. Levine, J.A., *Nonexercise activity thermogenesis (NEAT): Environment and biology.* American Journal of Physiology - Endocrinology and Metabolism, 2004. **286**(5 49-5): p. E675-E685.
18. Colley, R.C., et al., *Exercise-induced energy expenditure: Implications for exercise prescription and obesity.* Patient education and counseling, 2010. **79**(3): p. 327-332.
19. Stubbs, R.J., et al., *The effect of graded levels of exercise on energy intake and balance in free-living men, consuming their normal diet.* Eur J Clin Nutr, 2002. **56**(2): p. 129-40.
20. Stubbs, R.J., et al., *The effect of graded levels of exercise on energy intake and balance in free-living women.* International journal of obesity, 2002. **26**(6): p. 866-869.
21. Kissileff, H.R., et al., *Acute effects of exercise on food intake in obese and nonobese women.* American Journal of Clinical Nutrition, 1990. **52**(2): p. 240-245.

22. Hill, J.O., et al., *Physical activity and energy requirements.* American Journal of Clinical Nutrition, 1995. **62**(5 SUPPL.): p. 1059S-1066S.
23. Unick, J.L., J.C. Michael, and J.M. Jakicic, *Affective responses to exercise in overweight women: Initial insight and possible influence on energy intake.* Psychology of Sport and Exercise, 2012. **13**(5): p. 528-532.
24. Balaguera-Cortes, L., et al., *Energy intake and appetite-related hormones following acute aerobic and resistance exercise.* Applied Physiology, Nutrition and Metabolism, 2011. **36**(6): p. 958-966.
25. Laan, D.J., et al., *Effects and reproducibility of aerobic and resistance exercise on appetite and energy intake in young, physically active adults.* Applied Physiology, Nutrition and Metabolism, 2010. **35**(6): p. 842-847.
26. McNeil, J., et al., *Reproducibility of a food menu to measure energy and macronutrient intakes in a laboratory and under real-life conditions.* British Journal of Nutrition, 2012. **108**(7): p. 1316-1324.
27. St-Onge, M., et al., *Evaluation of a portable device to measure daily energy expenditure in free-living adults.* American Journal of Clinical Nutrition, 2007. **85**(3): p. 742-749.
28. Doucet, ë., et al., *Total peptide YY is a correlate of postprandial energy expenditure but not of appetite or energy intake in healthy women.* Metabolism: Clinical and Experimental, 2008. **57**(10): p. 1458-1464.
29. Stunkard, A.J. and S. Messick, *The three-factor eating questionnaire to measure dietary restraint, disinhibition and hunger.* Journal of psychosomatic research, 1985. **29**(1): p. 71-83.
30. Borg, G.A.V., *Psychophysical bases of perceived exertion.* Medicine and science in sports and exercise, 1982. **14**(5): p. 377-381.
31. Deighton, K., J.C. Zahra, and D.J. Stensel, *Appetite, energy intake and resting metabolic responses to 60min treadmill running performed in a fasted versus a postprandial state.* Appetite, 2012. **58**(3): p. 946-954.
32. Jokisch, E., A. Coletta, and H.A. Raynor, *Acute energy compensation and macronutrient intake following exercise in active and inactive males who are normal weight.* Appetite, 2012. **58**(2): p. 722-729.
33. King, J.A., et al., *Influence of prolonged treadmill running on appetite, energy intake and circulating concentrations of acylated ghrelin.* Appetite, 2010. **54**(3): p. 492-498.
34. King, J.A., L.K. Wasse, and D.J. Stensel, *Acute exercise increases feeding latency in healthy normal weight young males but does not alter energy intake.* Appetite, 2013. **61**(0): p. 45-51.
35. Maraki, M., et al., *Acute effects of a single exercise class on appetite, energy intake and mood. Is there a time of day effect?* Appetite, 2005. **45**(3): p. 272-278.
36. Tremblay, A., J.A. Simoneau, and C. Bouchard, *Impact of exercise intensity on body fatness and skeletal muscle metabolism.* Metabolism: Clinical and Experimental, 1994. **43**(7): p. 814-818.
37. Ballard, T.P., et al., *Effect of resistance exercise, with or without carbohydrate supplementation, on plasma ghrelin concentrations and postexercise hunger and food intake.* Metabolism: Clinical and Experimental, 2009. **58**(8): p. 1191-1199.
38. Westerterp, K.R., *Alterations in energy balance with exercise.* Am J Clin Nutr, 1998. **68**(4): p. 970S-974S.
39. McLaughlin, R., D. Malkova, and M.A. Nimmo, *Spontaneous activity responses to exercise in males and females.* Eur J Clin Nutr, 2006. **60**(9): p. 1055-61.
40. Byrd-Bredbenner, C., et al., *A nutrition curriculum for health education: its effect on students' knowledge, attitude, and behavior.* The Journal of school health, 1984. **54**(10): p. 385-388.
41. Heaney, S., et al., *Nutrition knowledge in athletes: A systematic review.* International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 2011. **21**(3): p. 248-261.
42. Worsley, A., *Nutrition knowledge and food consumption: can nutrition knowledge change food behaviour?* Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition, 2002. **11 Suppl 3**(Journal Article): p. S579-585.

Table 1. Descriptive characteristics of participants (*n* = 16)

Variable	Female	Male	Overall	*P* (Between Females and Males)
Age (y)	22.8 (3.0)	21.1 (2.0)	21.9 (2.6)	NS
Body Weight (kg)	58.9 (5.4)	78.5 (7.9)	68.7 (12.1)	< 0.001
Height (cm)	164.7 (5.3)	181.3 (5.7)	173.0 (10.1)	< 0.001
BMI (kg/m^2)	21.7 (1.1)	23.9 (1.8)	22.8 (1.8)	< 0.05
VO_2 peak (ml/kg/min)	45.9 (5.2)	60.1 (3.9)	53.0 (8.6)	< 0.001
Body Fat (%)	26.9 (5.1)	14.2 (3.7)	20.6 (7.9)	< 0.001

All values are presented as mean (SD)

Table 2. Energy intake and energy expenditure throughout the experimental sessions

	Means (SD)			*p*		
	Aerobic	**Resistance**	**Control**	**Intervention**	**Intervention x Sex**	**Sex**
Energy Intake (kcal)						
Lunch	952 (459)	1068 (628)	1032 (689)	NS	0.024	0.001
Day 1	2648 (1101)	2392 (1095)	2473 (1117)	NS	NS	0.001
Total	5442 (2050)	5524 (2327)	5757 (2164)	NS	NS	0.001
Energy Expenditure (kcal)						
Day 1	1284 (302)	1201 (329)	1204 (332)	NS	NS	0.003
Total	3826 (767)	3956 (1078)	3833 (764)	NS	NS	0.001

Table 3. Post-exercise energy compensation throughout the experimental sessions

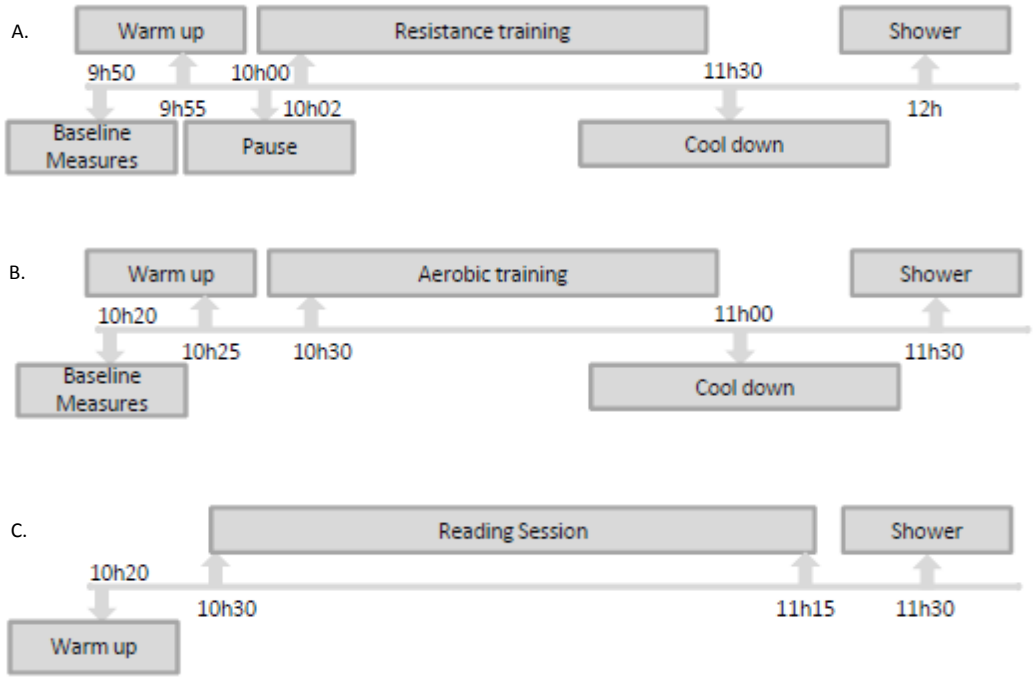
Total Post Exercise	**Means (SD)**		***p***		
Energy Compensation (%)	**Aerobic**	**Resistance**	**Intervention**	**Intervention x Sex**	**Sex**
Day 1	24 (239)	-4 (293)	NS	NS	NS
Total	-89 (471)	-65 (455)	NS	NS	NS

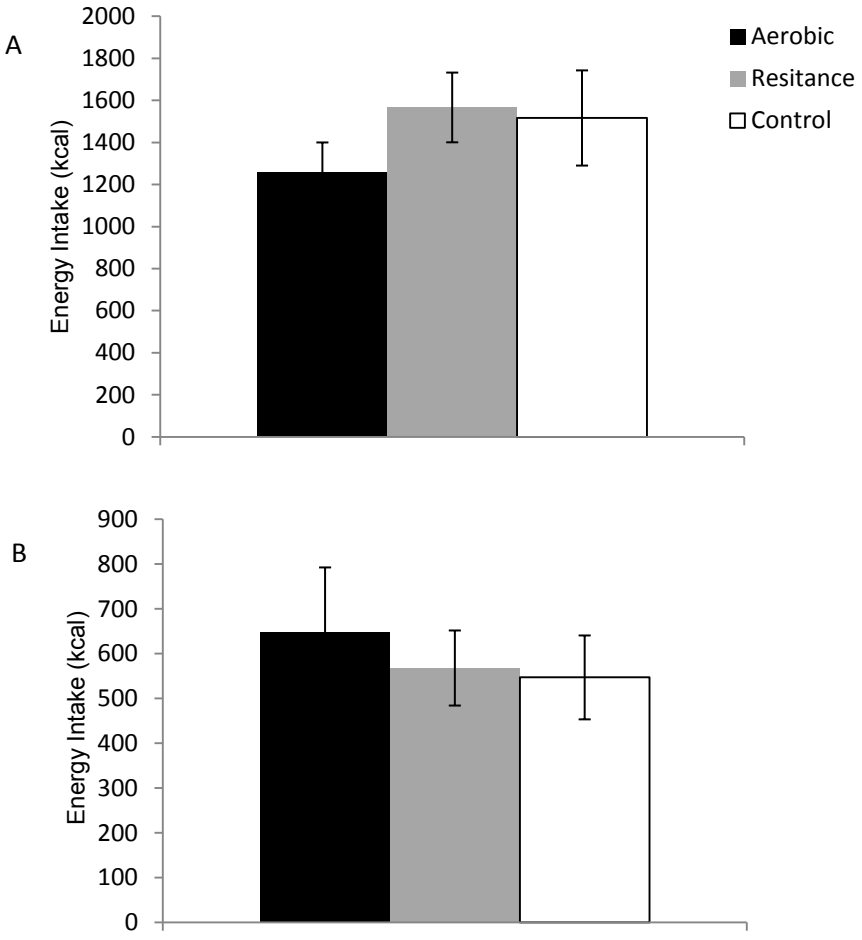
Figure Legends:

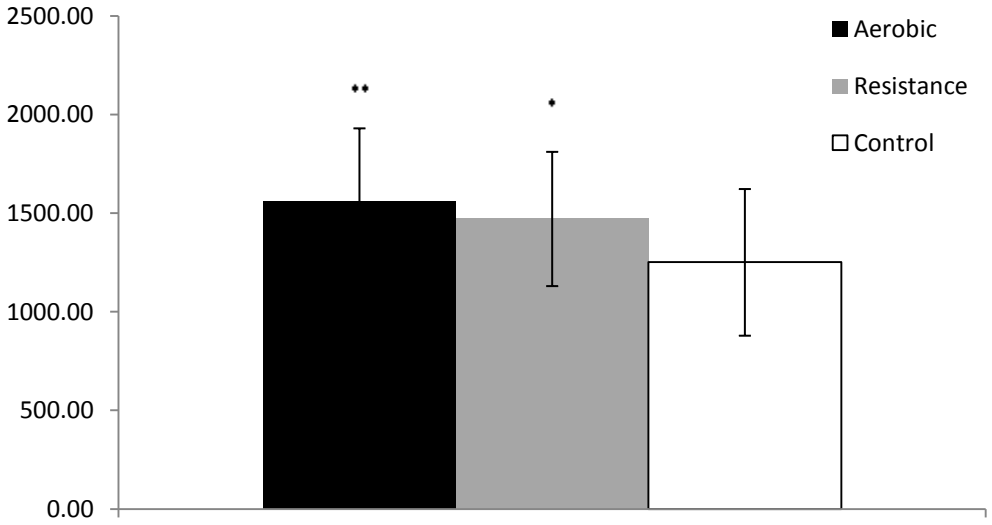
Figure 1. Training session details. A) Resistance; B) Aerobic; C) Control

Figure 2. Absolute energy intake at lunch across the experimental sessions for men (A) and women (B). Values are presented as the mean for 8 men and 8 women and standard error of the mean are represented with vertical bars. An interaction intervention x sex is present, this difference is located in men between the resistance and the aerobic session ($p = 0.034$).

Figure 3. Relative energy expenditure across the experimental sessions after day 1. Values are presented as the mean for 15 subjects and the standard deviation is represented with vertical bars. A main effect of session ($p < 0.001$) is present. Post hoc analysis showed a significantly higher REE after the resistance *($p < 0.05$) and aerobic **($p < 0.001$) compared to the control session.


A.
Warm up
Resistance training
Shower
9h50
10h00
11h30
9h55
10h02
12h
Baseline Measures
Pause
Cool down
B.
Warm up
Aerobic training
Shower
10h20
11h00
10h25
10h30
11h30
Baseline Measures
Cool down
C.
Reading Session
Shower
10h20
10h30
11h15
11h30
Warm up


A
2000
1800
1600
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
Energy Intake (kcal)
Aerobic
Resitance
Control
B
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
Energy Intake (kcal)


2500.00
2000.00
1500.00
1000.00
500.00
0.00
Aerobic
Resistance
Control

Appendix 1. Experimental protocol for the three sessions

Time	Aerobic Session	Time	Resistance Session	Time	Control Session
Day 1		*Day 1*		*Day 1*	
8h00	Arrival to the laboratory	8h00	Arrival to the laboratory	8h00	Arrival to the laboratory
	Antropometric Measurments		Antropometric Measurments		Antropometric Measurments
8h30	Standard Breakfast	8h30	Standard Breakfast	8h30	Standard Breakfast
8h45	Reading Period	8h45	Reading Period	8h45	Reading Period
10h20	Aerobic Training	9h45	Resistance training		
12h15	Lunch	12h45	Lunch	12h15	Lunch
14h00	Take home food	14h00	Take home food	14h00	Take home food
	Accelerometers		Accelerometers		Accelerometers
Day 2		*Day 2*		*Day 2*	
	Take home food		Take home food		Take home food
	Accelerometers		Accelerometers		Accelerometers

Appendix 2. Resistance session protocol

Superset	# of series
Incline Bench Lateral Pull Down 120 seconds break	x 4
Leg Press Leg Curl 120 seconds break	x 4
Chest Press Seated Row 120 seconds break	x 4
Leg Extension Calf Raises 120 seconds break	x 4
Lateral Raises Pectoral Fly 120 seconds break	x 4
Overhead Press Calf Press 120 seconds break	x 4

Chapitre 5

Partie 1

Perspectives

Plusieurs études se sont penchées, comme nous l'avons fait, au cours des dernières années, sur le phénomène de la CÉ à la suite d'une séance d'entraînement en aérobie (Imbeault, *et al*., 1997; James A. King, *et al.*, 2013; Pomerleau, *et al.*, 2004). Seulement deux études, à notre connaissance, ont inclus simultanément les modalités de l'entraînement en aérobie et de l'entraînement en résistance à leur protocole (Balaguera-Cortes, *et al.*, 2011; Laan, *et al.*, 2010). Afin de standardiser les comparaisons qu'elles établissent, ces études ont contrôlé la durée des exercices, même si le coût calorique de l'entraînement en résistance est nettement inférieur au coût qui prévaut au cours de l'entraînement en aérobie. Ces études n'ont trouvé aucune modification sur le plan de l'AÉ aigu, à la suite des différentes modalités d'entraînement.

La force principale de cette étude réside dans la mesure et le contrôle de la DÉ qui scandent les séances d'exercice. Le fait d'avoir la même DÉ, lors de l'exercice, permet de mesurer les modifications sur le plan de la CÉ qui découle de ces modalités d'entraînement à déficit énergétique identique. Le fait d'avoir mesuré l'AÉ et la DÉ post-entraînement pendant 34 heures nous permet d'enrichir la littérature scientifique actuelle. Aucune étude n'avait considéré les deux côtés de la balance énergétique, dans un même devis, tout comme la mesure des modifications sur une période qui s'échelonne au-delà d'une journée. Bref, toutes les modifications sur le plan de l'équilibre énergétique y sont captées, et ce, sur une période de 34 heures.

En raison du faible coût énergétique qu'implique l'entraînement en résistance, la durée des séances était approximativement de 60 minutes supérieure à la durée des séances en aérobie. Afin de limiter l'impact qu'aurait pu avoir la durée des séances d'entraînement, les séances en résistance ont débuté 30 minutes plus tôt. Ces modifications qui ont été apportées au protocole n'ont toutefois pas été suffisantes, puisque le dîner était servi en moyenne 30 minutes plus tard, dans le cadre de la séance en résistance. Cette différence est encore plus grande chez les femmes, ces dernières ayant nécessité plus de temps afin d'atteindre leur DÉ cible, indépendamment de la modalité. Cet écart pourrait être expliqué par le fait que, relativement à leur poids, les femmes sont moins fortes que les hommes. En effet, en ce qui a trait à cette étude, les hommes ont levé en moyenne 64 % de leur poids corporel à chacun des exercices, comparativement à 48 % chez les femmes. Le fait de modifier davantage le protocole était une solution possible pour standardiser l'heure du dîner; cependant les variations accrues quant à la durée de l'entraînement en résistance rendaient notre tâche impraticable. En conséquence, nous avons décidé de servir le dîner 75 minutes après la fin de l'exercice, précisément. Ce délai s'inscrit dans la tendance des observations de King *et al.*, qui indiquent que les gens mangent en moyenne 81 minutes après l'exercice, lorsqu'ils peuvent le faire comme et quand bon leur semble (James A. King, *et al.,* 2013).

La DÉ de 4 kcal/kg qui prévalait dans le cadre des séances d'entraînement n'a pas été évidente pour tous les participants. En fait, cette dépense ne posait aucun problème quant aux séances en aérobie. Cependant, pour les séances en résistance, cinq participants n'ont pu soutenir l'intensité (p. ex. maux de cœur et étourdissements), et leur test a dû être annulé. De plus, les participants ont qualifié l'entraînement en résistance comme étant plus intense (échelle de Borg) que l'entraînement en aérobie. Balaguera-Cortes *et al.,* avaient rapporté les mêmes observations,

dans le cadre de leur étude, sauf que la DÉ qui y a été occasionnée par leur séance en résistance était de deux fois inférieure à la DÉ qui était issue de la séance en aérobie (Balaguera-Cortes, *et al*., 2011). Ces résultats suggèrent que 70 % de 1RM est perçus comme étant plus intenses à comparer à l'équivalent en aérobie (70 % de VO_{2peak}). En revanche, l'intensité de l'exercice n'est peut-être pas l'unique responsable, quant à l'arrêt des séances en résistance. Le port du masque, utilisé pour mesurer la calorimétrie indirecte, était souvent critiqué par les participants. Le masque en question imposait l'impression aux participants de respirer de l'air légèrement plus chaud, mais, surtout, il limitait catégoriquement la prise d'eau à deux seuls moments précis (après le 8^{e} et après le 16^{e} « superset »), et ce, dans le but de restreindre la perte des données qui avaient été recueillies par l'appareil de calorimétrie indirecte portable. En augmentant la consommation d'eau, le sentiment de fatigue aurait pu être diminué (Backhouse, Biddle, & Williams, 2007; Ishijima *et al.*, 2009), tandis que le plaisir qui était lié à l'exercice aurait pu être augmenté (Backhouse, *et al.*, 2007).

L'impact des différentes modalités d'exercice sur la DÉ post-entraînement a été mesuré immédiatement 30 minutes après l'entraînement. Les résultats de l'étude montrent que la DÉ qui a été mesurée à la suite de la séance en aérobie était de 9 kcal supérieure à celle qui a été mesurée après la séance en résistance. Cependant, après ces 30 minutes, la DÉ était revenue à des valeurs de repos dans les deux cas. L'étude de Burleson Jr *et al.* a également rapporté une DÉ post-entraînement différente 30 minutes après des séances d'entraînement qui ont été astreintes aux mêmes modalités; toutefois, aucune différence n'a été mesurée après 60 et 90 minutes (Burleson Jr, O'Bryant, Stone, Collins, & Triplett-McBride, 1998). En raison des résultats qui ont été présentés dans le cadre de la présente étude, nous n'avons pas cru bon d'utiliser la calorimétrie indirecte, quant à la suite du déroulement.

Chapitre 5

Partie 2

Conclusion

L'objectif de notre étude était de mesurer les effets de la modalité d'entraînement sur la CÉ post-entraînement. Notre principale découverte s'est avérée l'absence de différence, sur les plans de l'AÉ et de la DÉ, selon différentes modalités d'entraînement. Aucune différence ni quant aux préférences macro nutritionnelles, ni quant à l'appétit n'a été observée entre les modalités. Ceci suggère que des exercices dont le coût calorique est le même, indépendamment de la modalité d'entraînement, auront les mêmes effets sur la CÉ. Il a également été observé que les hommes et les femmes répondent différemment aux différentes modalités, en ce qui concerne l'AÉ aigu. En effet, l'AÉ des hommes était plus grand après la séance en résistance qu'après la séance en aérobie, alors que l'AÉ des femmes ne variait pas au gré des modalités; ces différences ne sont toutefois plus perceptibles à la fin de la journée. Il serait donc pertinent de mesurer cette différence de façon plus détaillée, selon le sexe, en augmentant, par exemple, le nombre de participants et en ciblant différents échantillons de la population (indice de masse corporel, capacité aérobique, niveau d'activité physique, âge, notamment).

Par ailleurs, la durée des effets que provoque une séance d'entraînement n'est pas très bien documentée, la plupart se limitant plutôt aux effets aigus. Il semble qu'une séance d'entraînement engendre des effets qui soient éprouvés jusqu'à deux jours suivant la séance (Edholm, *et al.*, 1955). Toutefois, cette affirmation n'a pas été vérifiée par notre étude. Aucune différence ni quant l'AÉ, ni quant à la DÉ n'a été observée, ni après la première journée, ni après la durée totale de l'étude (34 heures), pour ce qui est des deux modalités d'entraînement.

L'absence de différence sur les plans de l'apport énergétique relatif et de la dépense énergétique relative prouve que les effets de l'entraînement s'estompent avec le temps et disparaissent complètement à la fin de la journée. Ces résultats suggèrent un très faible impact des différences sur le plan de la modalité d'entraînement, quant à la formation d'un déséquilibre énergétique négatif.

Finalement, ces données suggèrent que le choix de la modalité d'entraînement est, avant tout, une préférence personnelle. Même si certains préfèrent l'entraînement en résistance à l'entraînement en aérobie, peu importe la raison, il est important de souligner que le faible coût calorique de la première représente un défi de taille, pour ces adeptes. Afin d'obtenir la même DÉ, l'entraînement en résistance est en moyenne trois fois plus long que l'entraînement en aérobie. En outre, la sensation de fatigue qui est éprouvée dans le cadre de cette modalité est plus élevée. D'un point de vue pratique, l'entraînement en aérobie serait la meilleure option, puisqu'il permet d'obtenir les mêmes effets sur la CÉ à court terme, mais en n'y investissant que le tiers du temps.

Bibliographie

Backhouse, S. H., Biddle, S. J. H., & Williams, C. (2007). The influence of water ingestion during prolonged exercise on affect. *Appetite, 48*(2), 193-198.

Balaguera-Cortes, L., Wallman, K. E., Fairchild, T. J., & Guelfi, K. J. (2011). Energy intake and appetite-related hormones following acute aerobic and resistance exercise. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism, 36*(6), 958-966.

Ballard, T. P., Melby, C. L., Camus, H., Cianciulli, M., Pitts, J., Schmidt, S., & Hickey, M. S. (2009). Effect of resistance exercise, with or without carbohydrate supplementation, on plasma ghrelin concentrations and postexercise hunger and food intake. *Metabolism: Clinical and Experimental, 58*(8), 1191-1199.

Bellisle, F. (1999). Food choice, appetite and physical activity. *Public health nutrition, 2*(3 A), 357-361.

Birch, L. L., & Fisher, J. O. (1998). Development of eating behaviors among children and adolescents. *Pediatrics, 101*(3 II SUPPL.), 539-549.

Black, A. E., Coward, W. A., Cole, T. J., & Prentice, A. M. (1996). Human energy expenditure in affluent societies : An analysis of 574 doubly-labelled water measurements. *European journal of clinical nutrition, 50*(2), 72-92.

Blundell, J. E., & King, N. A. (2000). Exercise, appetite control, and energy balance. *Nutrition, 16*(7-8), 519-522.

Bonomi, A. G., Goris, A. H. C., Yin, B., & Westerterp, K. R. (2009). Detection of type, duration, and intensity of physical activity using an accelerometer. *Medicine and science in sports and exercise, 41*(9), 1770-1777.

Brooks, G. A., Fahey, T. D., & Baldwin, K. M. (2005). *Exercise Physiology: Human Bioenergetics and Its Applications* (4, illustrated ed. Vol. 1). New York: McGraw-Hill College.

Broom, D. R., Stensel, D. J., Bishop, N. C., Burns, S. F., & Miyashita, M. (2007). Exercise-induced suppression of acylated ghrelin in humans. *Journal of applied physiology, 102*(6), 2165-2171.

Burleson Jr, M. A., O'Bryant, H. S., Stone, M. H., Collins, M. A., & Triplett-McBride, T. (1998). Effect of weight training exercise and treadmill exercise on post-exercise oxygen consumption. *Medicine and science in sports and exercise, 30*(4), 518-522.

Colley, R. C., Hills, A. P., King, N. A., & Byrne, N. M. (2010). Exercise-induced energy expenditure: Implications for exercise prescription and obesity. *Patient education and counseling, 79*(3), 327-332.

Cornier, M. A., Melanson, E. L., Salzberg, A. K., Bechtell, J. L., & Tregellas, J. R. (2012). The effects of exercise on the neuronal response to food cues. *Physiology and Behavior, 105*(4), 1028-1034.

Cunningham, J. J. (1991). Body composition as a determinant of energy expenditure: A synthetic review and a proposed general prediction equation. *American Journal of Clinical Nutrition, 54*(6), 963-969.

De Castro, J. M. (1997). How can energy balance be achieved by free-living human subjects? *The Proceedings of the Nutrition Society, 56*(1 A), 1-14.

Deighton, K., Zahra, J. C., & Stensel, D. J. (2012). Appetite, energy intake and resting metabolic responses to 60min treadmill running performed in a fasted versus a postprandial state. *Appetite, 58*(3), 946-954.

Delargy, H. J., Burley, V. J., O'Sullivan, K. R., Fletcher, R. J., & Blundell, J. E. (1995). Effects of different soluble:insoluble fibre ratios at breakfasts on 24-h pattern of dietary intake and satiety. *European journal of clinical nutrition, 49*(10), 754-766.

Edholm, O. G. (1977). Energy balance in man studies carried out by the Division of Human Physiology, National Institute for Medical Research. *Journal of human nutrition, 31*(6), 413-431.

Edholm, O. G., Fletcher, J. G., Widdowson, E. M., & McCance, R. A. (1955). The energy expenditure and food intake of individual men. *The British journal of nutrition, 9*(3), 286-300.

Ermes, M., Parkka, J., Mantyjarvi, J., & Korhonen, I. (2008). Detection of daily activities and sports with wearable sensors in controlled and uncontrolled conditions. *IEEE Trans Inf Technol Biomed, 12*(1), 20-26. doi: 10.1109/TITB.2007.899496

Finlayson, G., Bryant, E., Blundell, J. E., & King, N. A. (2009). Acute compensatory eating following exercise is associated with implicit hedonic wanting for food. *Physiology and Behavior, 97*(1), 62-67.

George, V. A., & Morganstein, A. (2003). Effect of moderate intensity exercise on acute energy intake in normal and overweight females. *Appetite, 40*(1), 43-46.

Green, S. M., Burley, V. J., & Blundell, J. E. (1994). Effect of fat- and sucrose-containing foods on the size of eating episodes and energy intake in lean males: Potential for causing overconsumption. *European journal of clinical nutrition, 48*(8), 547-555.

Hill, J. O., Melby, C., Johnson, S. L., & Peters, J. C. (1995). Physical activity and energy requirements. *American Journal of Clinical Nutrition, 62*(5 SUPPL.), 1059S-1066S.

Hopkins, M., King, N. A., & Blundell, J. E. (2010). Acute and long-term effects of exercise on appetite control: Is there any benefit for weight control? *Current opinion in clinical nutrition and metabolic care, 13*(6), 635-640.

Hubert, P., King, N. A., & Blundell, J. E. (1998). Uncoupling the effects of energy expenditure and energy intake: Appetite response to short-term energy deficit induced by meal omission and physical activity. *Appetite, 31*(1), 9-19.

Hursel, R., & Westerterp-Plantenga, M. S. (2010). Thermogenic ingredients and body weight regulation. *International journal of obesity, 34*(4), 659-669.

Imbeault, P., Saint-Pierre, S., Almeras, N., & Tremblay, A. (1997). Acute effects of exercise on energy intake and feeding behaviour. *British Journal of Nutrition, 77*(4), 511-521.

Ishijima, T., Hashimoto, H., Satou, K., Muraoka, I., Suzuki, K., & Higuchi, M. (2009). The different effects of fluid with and without carbohydrate ingestion on subjective responses of untrained men during prolonged exercise in a hot environment. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology, 55*(6), 506-510.

Jakicic, J. M. (2009). The effect of physical activity on body weight. *Obesity, 17*(SUPPL. 3), S34-S38.

Jebb, S. A., & Prentice, A. M. (1997). Assessment of human energy balance. *Journal of Endocrinology, 155*(2), 183-185.

Jokisch, E., Coletta, A., & Raynor, H. A. (2012). Acute energy compensation and macronutrient intake following exercise in active and inactive males who are normal weight. *Appetite, 58*(2), 722-729.

King, J. A., Miyashita, M., Wasse, L. K., & Stensel, D. J. (2010). Influence of prolonged treadmill running on appetite, energy intake and circulating concentrations of acylated ghrelin. *Appetite, 54*(3), 492-498.

King, J. A., Wasse, L. K., & Stensel, D. J. (2013). Acute exercise increases feeding latency in healthy normal weight young males but does not alter energy intake. *Appetite, 61*(0), 45-51. doi: 10.1016/j.appet.2012.10.018

King, N. A. (1998). The relationship between physical activity and food intake. *Proceedings of the Nutrition Society, 57*(1), 77-84.

King, N. A. (1999). What processes are involved in the appetite response to moderate increases in exercise-induced energy expenditure? *Proceedings of the Nutrition Society, 58*(1), 107-113.

King, N. A., & Blundell, J. E. (1995). High-fat foods overcome the energy expenditure induced by high-intensity cycling or running. *European journal of clinical nutrition, 49*(2), 114-123.

King, N. A., Burley, V. J., & Blundell, J. E. (1994). Exercise-induced suppression of appetite: Effects on food intake and implications for energy balance. *European journal of clinical nutrition, 48*(10), 715-724.

King, N. A., Caudwell, P., Hopkins, M., Byrne, N. M., Colley, R., Hills, A. P., . . . Blundell, J. E. (2007). Metabolic and behavioral compensatory responses to exercise interventions: Barriers to weight loss. *Obesity, 15*(6), 1373-1383.

King, N. A., Hopkins, M., Caudwell, P., Stubbs, R. J., & Blundell, J. E. (2009). Beneficial effects of exercise: Shifting the focus from body weight to other markers of health. *British journal of sports medicine, 43*(12), 924-927.

King, N. A., Lluch, A., Stubbs, R. J., & Blundell, J. E. (1997). High dose exercise does not increase hunger or energy intake in free living males. *European journal of clinical nutrition, 51*(7), 478-483.

Kissileff, H. R., Pi-Sunyer, F. X., Segal, K., Meltzer, S., & Foelsch, P. A. (1990). Acute effects of exercise on food intake in obese and nonobese women. *American Journal of Clinical Nutrition, 52*(2), 240-245.

Kotz, C. M., Teske, J. A., & Billington, C. J. (2008). Neuroregulation of nonexercise activity thermogenesis and obesity resistance. *American Journal of Physiology - Regulatory Integrative and Comparative Physiology, 294*(3).

Laan, D. J., Leidy, H. J., Lim, E., & Campbell, W. W. (2010). Effects and reproducibility of aerobic and resistance exercise on appetite and energy intake in young, physically active adults. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism, 35*(6), 842-847.

Lawton, C. L., Burley, V. J., Wales, J. K., & Blundell, J. E. (1993). Dietary fat and appetite control in obese subjects: Weak effects on satiation and satiety. *International journal of obesity, 17*(7), 409-416.

Lazzer, S., Boirie, Y., Bitar, A., Montaurier, C., Vernet, J., Meyer, M., & Vermorel, M. (2003). Assessment of energy expenditure associated with physical activities in free-living obese and nonobese adolescents. *American Journal of Clinical Nutrition, 78*(3), 471-479.

Lett, B. L., Grant, V. L., & Gaborko, L. L. (1996). A small amount of wheel running facilitates eating in nondeprived rats. *Behavioral neuroscience, 110*(6), 1492-1495.

Levine, J. A. (2005). Measurement of energy expenditure. *Public health nutrition, 8*(7 A), 1123-1132.

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.

Lluch, A., King, N. A., & Blundell, J. E. (2000). No energy compensation at the meal following exercise in dietary restrained and unrestrained women. *British Journal of Nutrition, 84*(2), 219-225.

Long, X., Yin, B., & Aarts, R. M. (2009). Single-accelerometer-based daily physical activity classification. *Conference proceedings : ...Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society.IEEE Engineering in Medicine and Biology Society.Conference, 2009*(Journal Article), 6107-6110.

Maraki, M., Tsofliou, F., Pitsiladis, Y. P., Malkova, D., Mutrie, N., & Higgins, S. (2005). Acute effects of a single exercise class on appetite, energy intake and mood. Is there a time of day effect? *Appetite, 45*(3), 272-278.

Marieb, E. N. (2005). *Anatomie et physiologie humaine* (R. Lachaine, Trans. Vol. 1). St-Laurent, QC: Pearson Education Inc.

Mayer, J., Marshall, N. B., Vitale, J. J., Christensen, J. H., Mashayekhi, M. B., & Stare, F. J. (1954). Exercise, food intake and body weight in normal rats and genetically obese adult mice. *The American Journal of Physiology, 177*(3), 544-548.

Mayer, J., Roy, P., & Mitra, K. P. (1956). Relation between caloric intake, body weight, and physical work: studies in an industrial male population in West Bengal. *The American Journal of Clinical Nutrition, 4*(2), 169-175.

Miller, W. C., Koceja, D. M., & Hamilton, E. J. (1997). A meta-analysis of the past 25 years of weight loss research using diet, exercise or diet plus exercise intervention. *International journal of obesity, 21*(10), 941-947.

Pan, L., Blanck, H. M., Sherry, B., Dalenius, K., & Grummer-Strawn, L. M. (2012). Trends in the prevalence of extreme obesity among US preschool-aged children living in low-income families, 1998-2010. *JAMA - Journal of the American Medical Association, 308*(24), 2563-2565.

Pomerleau, M., Imbeault, P., Parker, T., & Doucet, E. (2004). Effects of exercise intensity on food intake and appetite in women. *American Journal of Clinical Nutrition, 80*(5), 1230-1236.

Potteiger, J. A., Jacobsen, D. J., Donnelly, J. E., & Hill, J. O. (2003). Glucose and insulin responses following 16 months of exercise training in overweight adults: The midwest exercise trial. *Metabolism: Clinical and Experimental, 52*(9), 1175-1181.

Ravussin, E., Burnand, B., Schutz, Y., & Jequier, E. (1982). Twenty-four-hour energy expenditure and resting metabolic rate in obese, moderately obese, and control subjects. *American Journal of Clinical Nutrition, 35*(3), 566-573.

Ravussin, E., Lillioja, S., & Anderson, T. E. (1986). Determinants of 24-hour energy expenditure in man. Methods and results using a respiratory chamber. *Journal of Clinical Investigation, 78*(6), 1568-1578.

Riou, M. E., Doucet, E., Provencher, V., Weisnagel, S. J., Piche, M. E., Dube, M. C., . . . Lemieux, S. (2011). Influence of Physical Activity Participation on the Associations between Eating Behaviour Traits and Body Mass Index in Healthy Postmenopausal Women. *J Obes, 2011*. doi: 10.1155/2011/465710

Rodriguez, G., Moreno, L. A., Sarr ├ía, A., Pineda, I., Fleta, J., P ├⌐rez-Gonz ├ílez, J. M., & Bueno, M. (2002). Determinants of resting energy expenditure in obese and non-obese children and adolescents. *Journal of physiology and biochemistry, 58*(1), 9-16.

Schneider, K. L., Spring, B., & Pagoto, S. L. (2009). Exercise and energy intake in overweight, sedentary individuals. *Eating Behaviors, 10*(1), 29-35.

Schoeller, D. A. (2008). Insights into energy balance from doubly labeled water. *Int J Obes (Lond), 32 Suppl 7*(Journal Article), S72-75. doi: ijo2008241 [pii] 10.1038/ijo.2008.241

Stubbs, R. J., Hughes, D. A., Johnstone, A. M., Whybrow, S., Horgan, G. W., King, N., & Blundell, J. (2004). Rate and extent of compensatory changes in energy intake and expenditure in response to altered exercise and diet composition in humans. *American Journal of Physiology - Regulatory Integrative and Comparative Physiology, 286*(2 55-2), R350-R358.

Stubbs, R. J., Sepp, A., Hughes, D. A., Johnstone, A. M., Horgan, G. W., King, N., & Blundell, J. (2002). The effect of graded levels of exercise on energy intake and balance in free-living men, consuming their normal diet. *Eur J Clin Nutr, 56*(2), 129-140. doi: 10.1038/sj.ejcn.1601295

Stubbs, R. J., Sepp, A., Hughes, D. A., Johnstone, A. M., King, N., Horgan, G., & Blundell, J. E. (2002). The effect of graded levels of exercise on energy intake and balance in free-living women. *International journal of obesity, 26*(6), 866-869.

Taylor, A. H., & Oliver, A. J. (2009). Acute effects of brisk walking on urges to eat chocolate, affect, and responses to a stressor and chocolate cue. An experimental study. *Appetite, 52*(1), 155-160.

Thompson, D. A., Wolfe, L. A., & Eikelboom, R. (1988). Acute effects of exercise intensity on appetite in young men. *Medicine and science in sports and exercise, 20*(3), 222-227.

Tremblay, A., Simoneau, J. A., & Bouchard, C. (1994). Impact of exercise intensity on body fatness and skeletal muscle metabolism. *Metabolism: Clinical and Experimental, 43*(7), 814-818.

Unick, J. L., Michael, J. C., & Jakicic, J. M. (2012). Affective responses to exercise in overweight women: Initial insight and possible influence on energy intake. *Psychology of Sport and Exercise, 13*(5), 528-532.

Van Walleghen, E. L., Orr, J. S., Gentile, C. L., Davy, K. P., & Davy, B. M. (2007). Habitual physical activity differentially affects acute and short-term energy intake regulation in young and older adults. *International journal of obesity, 31*(8), 1277-1285.

Vatansever-Ozen, S., Tiryaki-Sonmez, G., Bugdayci, G., & Ozen, G. (2011). The effects of exercise on food intake and hunger: Relationship with acylated ghrelin and leptin. *Journal of Sports Science and Medicine, 10*(2), 283-291.

Verger, P., Lanteaume, M. T., & Louis-Sylvestre, J. (1991). Human intake and choice of foods at intervals after exercise. *Appetite, 18*(2), 93-99.

Vermorel, M., Lazzer, S., Bitar, A., Ribeyre, J., Montaurier, C., Fellmann, N., . . . Boirie, Y. (2005). Contributing factors and variability of energy expenditure in non-obese, obese, and post-obese adolescents. *Reproduction Nutrition Development, 45*(2), 129-142.

Wang, G. J., Volkow, N. D., Logan, J., Pappas, N. R., Wong, C. T., Zhu, W., . . . Fowler, J. S. (2001). Brain dopamine and obesity. *Lancet, 357*(9253), 354-357. doi: S0140673600036436 [pii]

Wang, Z., Heshka, S., Zhang, K., Boozer, C. N., & Heymsfield, S. B. (2001). Resting energy expenditure: Systematic organization and critique of prediction methods. *Obesity research, 9*(5), 331-336.

Westerterp-Plantenga, M. S., Verwegen, C. R. T., Ijedema, M. J. W., Wijckmans, N. E. G., & Saris, W. H. M. (1997). Acute effects of exercise or sauna on appetite in obese and nonobese men. *Physiology and Behavior, 62*(6), 1345-1354.

Westerterp, K. R. (2001). Pattern and intensity of physical activity. *Nature, 410*(6828), 539.

Willbond, S. M., Laviolette, M. A., Duval, K., & Doucet, ë. (2010). Normal weight men and women overestimate exercise energy expenditure. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 50*(4), 377-384.

Annexe I

Approbation déontologique

Numéro de dossier: H 09-11-05 **Date (mm/jj/aaaa):** 01/17/2012

Université d'Ottawa University of Ottawa
Bureau d'éthique et d'intégrité de la recherche Office of Research Ethics and Integrity

Certificat d'approbation déontologique

CÉR Sciences et science de la santé

Chercheur principal / Superviseur / Co-chercheur(s) / Étudiant(s)

Prénom	Nom de famille	Affiliation	Rôle
		Sciences de la santé / Activité physique	Chercheur principal

Numéro du dossier:

Type du projet:

Titre: Les effets de l'intensité et du type d'entraînement sur la compensation post-entraînement

Date d'approbation (mm/jj/aaaa)	Date d'expiration (mm/jj/aaaa)	Approbation
01/17/2012	01/16/2013	Ia

(Ia: Approbation complète, Ib: Autorisation préliminaire de libération de fonds de recherche)

Conditions Spéciales / Commentaires:
N/A

550, rue Cumberland 550 Cumberland Street
Ottawa (Ontario) K1N 6N5 Canada Ottawa, Ontario K1N 6N5 Canada
(613) 562-5841 • Téléc./Fax (613) 562-5338
http://www.research.uottawa.ca/ethics/index.html
http://www.recherche.uottawa.ca/deontologie/index.html

Date (mm/jj/aaaa): 01/17/2012

Université d'Ottawa University of Ottawa
Bureau d'éthique et d'intégrité de la recherche Office of Research Ethics and Integrity

La présente confirme que le Comité d'éthique de la recherche (CER) de l'Université d'Ottawa identifié ci-dessus, opérant conformément à l'Énoncé de politique des Trois conseils et toutes autres lois et tous règlements applicables de l'Ontario, a examiné et approuvé la demande d'approbation déontologique du projet de recherche ci-nommé. L'approbation est valide pour la durée indiquée plus haut et est sujette aux conditions énumérées dans la section intitulée "Conditions Spéciales / Commentaires".

Lors de l'étude, le protocole ne peut être modifié sans approbation préalable écrite du CER sauf si le sujet doit être retiré en raison d'un danger immédiat ou s'il s'agit d'un changement ayant trait à des éléments administratifs ou logistiques de l'étude comme par exemple un changement de numéro de téléphone. Les chercheurs doivent aviser le CER dans les plus brefs délais de tout changement pouvant augmenter le niveau de risque aux participants ou affecter considérablement le déroulement du projet. Ils devront aussi rapporter tout évènement imprévu et / ou dommageable et devront soumettre toutes les nouvelles informations pouvant nuire à la conduite du projet et/ou à la sécurité des participants. Toutes modifications apportées au projet, aux lettres d'information / formulaires de consentement ainsi qu'aux documents de recrutement doivent être soumises pour approbation à ce Service en utilisant le document intitulé "Modification au projet de recherche" au: http://www.ssrd.uottawa.ca/deontologie/application_dwn_f.asp.

Veuillez soumettre un rapport annuel au Responsable de la déontologie en recherche, quatre semaines avant la date d'échéance indiquée afin de fermer le dossier ou demander un renouvellement de l'approbation déontologique. Le document nécessaire est disponible en ligne au: http://www.rges.uottawa.ca/ethics/application_dwn.asp.

Pour toutes questions, vous pouvez communiquer avec le bureau de déontologie en composant le poste 5841 ou en nous contactant par courriel à: ethics@uOttawa.ca.

550, rue Cumberland 550 Cumberland Street
Ottawa (Ontario) K1N 6N5 Canada Ottawa, Ontario K1N 6N5 Canada
(613) 562-5841 • Téléc./Fax (613) 562-5338
http://www.research.uottawa.ca/ethics/index.html
http://www.recherche.uottawa.ca/deontologie/index.html

Université d'Ottawa | University of Ottawa
Bureau d'éthique et d'intégrité de la recherche | Office of Ethics and Research Integrity

Le 26 mars, 2012

École des sciences de l'activité physique
Faculté des sciences de la santé
Université d'Ottawa
200 Lees Avenue
Ottawa ON K1N 6N5

Cher chercheur,

Le Comité d'éthique de la recherche en Sciences de la santé et Sciences de l'Université d'Ottawa a étudié votre demande de modification de votre projet de recherche. Les modifications suivantes ont été acceptées:

- Le chercheur recrutera un plus grand nombre de participants afin d'afin d'avoir une plus grande puissance statistique.
- Désormais, le chercheur recrutera aussi des participants modérément actifs à sédentaires.
- Le chercheur ajoute l'aspect sommeil à la recherche afin de vérifier si la session d'exercice aura un impact sur la qualité et la durée du sommeil des participants. Pour ce faire, trois questionnaires (Pittsburgh Sleep Questionnaire, Post-sleep Questionnaire et Pre-sleep Questionnaire) ont été ajoutés aux outils de recherche.
- Pour des raisons de sécurité et de confort, le cathéter sera retiré avant les exercices et replacé après.
- Le chercheur a modifié la dépense énergétique cible de 350 kcals à 4 kcal/kg.
- Le nombre de séances expérimentales est réduit de 5 à 3.
- La mesure du rythme métabolique de repos (RMR) sera faite avant la première session expérimentale au lieu de lors de la visite préliminaires et le participant devra arriver au laboratoire à 7 h 10 au lieu de 8 h afin de faire le test.
- Il n'y aura plus de deuxième visite préliminaire.
- La compensation sera désormais de 25 $ par session vu que le nombre de séances expérimentales et de séances préliminaires a été réduit.
- se joint à l'équipe de recherche et travaillera sur le volet sommeil de la recherche ; devient le responsable du recrutement des participants.

Annexe II

Formulaire de consentement

Université d'Ottawa · University of Ottawa
Faculté des sciences de la santé
École des sciences de l'activité physique
Faculty of Health Sciences
School of Human Kinetics

Formulaire de consentement

LES EFFETS DU TYPE D'ENTRAÎNEMENT SUR LA COMPENSATION POST-ENTRAÎNEMENT

Chercheurs :

Unité de recherche sur le comportement et le métabolisme
École des sciences des l'activité physique
Université d'Ottawa
Ottawa, ON, K1N 6N5

1. Objectif de l'étude

Les objectifs de cette étude sont, tout premièrement de mesurer l'impact du type d'entraînement physique sur la compensation post-entraînement. Des mesures de prises alimentaires et de dépense énergétique seront donc effectuées.

2. Description de l'étude

Lors de cette étude, vous devrez vous présenter au laboratoire à 4 reprises au total (1 session préliminaire et 3 sessions expérimentales). Votre première visite consistera en une séance d'information sur les différents aspects de l'étude, à l'obtention du consentement éclairé et de quelques mesures, si vous acceptez de participer à l'étude (Durée de la première visite = 5 heures). Par la suite, vous devrez participer à trois sessions expérimentales assignées de façon aléatoire qui comprendront un entraînement en résistance de haute intensité (RES) un entrainement aérobique de haute intensité (AER) et finalement une session contrôle (CTRL). Pour ces trois sessions expérimentales, vous devrez vous présentez au laboratoire le matin à 8h00 et chacune de ces sessions en laboratoire sera d'une durée totale de 6h. La durée totale de cette étude est donc ***APPROXIMATIVEMENT 22 HEURES AU LABORATOIRE***.

Premier contact (30 minutes)

Suite à une réponse de la part des participants par courriel ou par téléphone, l'assistant de recherche vous contactera afin de vérifier votre éligibilité à l'aide de quelques questions. Si vous répondez aux critères d'inclusions, vous serez invité à vous présenter au laboratoire pour une première visite.

A. Première visite (9h – 13h00)

Lors de cette visite vous devrez vous présenter au laboratoire de l'Unité de Recherche sur le Comportement et le Métabolisme (**URCM**) situé au 200 Lees, Bloc E. Un déjeuner léger doit être consommé avant votre arrivée au laboratoire.

9h00 L'assistant de recherche révisera le formulaire de consentement avec vous et vous montra les différents instruments qui seront utilisés lors de chaque session.

9h10 - 9h30 Votre poids corporel et votre taille seront respectivement mesurés à l'aide d'une balance digitale et d'un indicateur de niveau placé sur le mur. La méthode de la DXA (Dual Energy X-ray Absorptiometry) sera utilisée afin de mesurer votre pourcentage de graisse.

9h30 - 9h45 Vous devrez répondre au Three-Factor Eating Questionnaire (TFEQ). Ce questionnaire est disponible en français.

9h45 – 9h55 Préparation pour le test de capacité aérobique maximale sur tapis roulant.

9h55 - 10h15 Test de capacité aérobique maximale.

10h15 – 10h30 Vous devrez répondre au questionnaire «Indices de qualité du sommeil de Pittsburgh». Ce questionnaire est disponible en français

10h30 – 11h15 Période libre (vous serez libre de faire de la lecture, des devoirs ou utiliser votre ordinateur)

11h15 – 12h30 Le test de répétition maximums sera exécuté pour les 12 exercices prescrits

12h30 – 13h00 Un dîner vous sera servis

B. Sessions expérimentales (RES, AER & CTRL)

8h00 - 8h30 Arrivée au laboratoire après un jeûne de 12 heures. Votre poids corporel sera mesuré. Insertion du cathéter avec des prélèvements de sang au 30 minutes (sauf lors de l'entraînement) jusqu'à 13h, avec des mesures de l'appétit qui seront également effectuées aux 30 minutes.

8h30 – 8h45 Un petit-déjeuner standardisé (pain au blé entier, confiture de framboise, beurre d'arachides, jus d'orange, fromage) vous sera servi, et vous devrez le consommer en entier.

8h50 – 9h50 Période de lecture

9h50 – 11h40 Vous devrez effectuer une des deux sessions d'entraînements (RES ou AER) ou la session contrôle (CTRL) qui vous seront assignées de façon aléatoire. Chaque session d'entrainement occasionnera la même dépense énergétique soit 4kcals/kg. Lors de la session contrôle vous pourrez faire une activité sédentaire de votre choix (lire ou vous reposer).

11h40 - 11h50 Vous devrez aller prendre une douche.

11h50 – 12h10 Insertion du cathéter.
Des séries de photos de différents aliments seront présentées à vous et vous devriez répondre à des séries de questions demandées par l'ordinateur par rapport aux aliments présentés. Toutes les réponses seront enregistrées en cliquant et sélectionnant avec soit la souris ou le clavier. Vous devrez également choisir la nourriture que vous désirer consommer pour le dîner.

12h15 – 12h45 La nourriture choisie vous sera ensuite servie et vous aurez le temps nécessaire afin de consommer autant de nourriture que vous le désirez.

12h45 – 13h05 Test d'appétit et choix de nourriture pour les deux prochaines journées (boîte à lunch)

13h05 – 13h20 Des séries de photos de différents aliments seront présentées à vous et vous devriez répondre à des séries de questions demandées par l'ordinateur par rapport aux aliments présentés. Toutes les réponses seront enregistrées en cliquant et sélectionnant avec soit la souris ou le clavier.

13h20 – 13h50 Nous vous installerons 2 accéléromètres après vous avoir donné les explications nécessaires. Vous allez aussi devoir compléter deux petits questionnaires pré-sommeil (avant d'aller vous coucher) et post-sommeil (Lors du réveil le lendemain). Nous répondrons également à toutes vos interrogations pendant toute la durée de l'étude.

13h50 La nourriture vous sera remise dans des glacières pour apporter chez vous pour les 2 prochaines jours.

13h50 Fin de la visite
*Note : La mesure du rythme métabolique de repos sera effectuée au début de la première séance expérimentale. Cette session débutera à 7h10 à la place de 8h00.

C. Descriptions des mesures

Poids, taille et composition corporelle
Votre taille et votre poids seront mesurés à l'aide d'échelle standardisée. Votre composition corporelle (pourcentage de gras corporel et de tissus maigre) sera mesurée à l'aide de la méthode DEXA. Pour cette mesure, vous devrez vous coucher, vêtu d'une jaquette d'hôpital, sur une table d'examen pendant qu'un rayon x de faible intensité parcourra votre corps de la tête aux pieds. La durée totale de ce test sera de 10 minutes. La radiation associée à cette mesure correspond à moins de 0.02-0.05 millirem, ce qui équivaut à une journée d'exposition au soleil.

Accélérométrie
Vous devrez porter deux accéléromètres (Sense Wear Pro 3 Armbands®), dont un au niveau de la cuisse droite et un au niveau du bras droit. Vous devrez porter l'accéléromètre en tout temps (sauf dans l'eau : douche, bain et piscine) et ce, pour les 2 prochains jours et la prochaine nuit. Cet instrument servira à discriminer vos activités non-structurées (coucher, debout, assis, et marche) et la quantité totale de calories brulées à l'extérieur du laboratoire pendant cette période.

Dépense énergétique de repos
Cette mesure vise à établir la dépense énergétique de repos en se basant sur la consommation d'oxygène et la production de dioxyde de carbone. Après une période de repos de 30 minutes en position couchée, une bulle de plastique transparente sera placée au-dessus de votre tête dans vous devrez respirer normalement pendant une période d'environ 30 minutes. Il est également important de souligner que cet appareil assure un apport adéquat en air frais lors de la mesure, ce qui réduit considérablement l'inconfort associé à la mesure.

Session d'entrainement aérobie
Lors des entraînements aérobiques vous devrez vous entraîner sur un tapis roulant à une intensité élevée (70% de VO_{2peak}- Course). Le test se terminera lorsque la dépense énergétique cible aura été atteinte (4kcal/kg). La fréquence cardiaque sera également mesurée tout au long de la session.

Session d'entraînement en résistance
Lors des entraînements en résistance, 12 exercices différents seront effectué à une intensité élevée (70% de 1RM- 6 à 8 répétitions), jusqu'à ce que la dépense énergétique cible sera atteinte (4 kcal/kg)). Les exercices seront effectué sous le format «tri-set» (en groupe de trois). Quatre séries de chacun des quatre «tri-set» seront effectuée. Les 12 exercices visés par cet entraînement seront : le incline bench, lateral pull down, lateral raises, leg press, leg curl, calf raises (seated), bench press, seated row, overhead press, leg extension, calf raises (standing) and pectoral fly. La fréquence cardiaque sera également mesurée tout au long de la session.

Session d'entraînement contrôle
Lors de cette session contrôle vous pourrez vous adonner à un éventail d'activités sédentaires de votre choix (lire ou vous reposer) pendant une période d'une heure.

Test de la capacité aérobique maximale
On utilise cette mesure comme indicateur de votre santé cardiorespiratoire. L'intensité de l'exercice sera augmentée à chaque trois minutes jusqu'à ce que vous atteigniez l'épuisement. Ce test est d'une durée moyenne de 10 à 15 minutes mais la durée totale du test (préparation, échauffement, la mesure, et le retour au calme) est d'environ une heure. Les personnes responsables mettront fin au test à tout moment si tel est votre désir. Votre consommation d'oxygène sera mesurée par l'entremise d'un embout de caoutchouc dans lequel vous devrez respirer pendant toute la durée de ce test. Les risques associés à cette mesure sont la dyspnée (difficulté à respirer), la fatigue extrême et les douleurs musculaires. Quoique peu probable, des arythmies cardiaques et même un infarctus peuvent survenir lors de ce genre d'épreuve. Afin de prévenir ces situations, un électrocardiogramme sera analysé avec minutie tout au long du test et ce dernier sera arrêté si une anomalie se présente. Le matériel nécessaire pour intervenir en situation d'urgence sera disponible dans le local où aura lieu cette mesure. Le personnel de recherche qui effectuera le test sera certifié en RCR et aura la certification adéquate de la Société Canadienne de Physiologie de l'Exercice (CSEP). En dépit du fait que cette épreuve soit très intense, il est peu probable qu'une situation d'urgence se produise.

Le test de répétition maximale (1RM)
Le test de répétition maximale nous permet de déterminé le poids qu'un individu est capable de soulever qu'une seule fois pour un exercice donné. Les maximums obtenus nous permettent donc d'obtenir une valeur de référence, qui nous sera très utile afin de calculer les valeurs cibles pour vos entraînements lors des sessions expérimentales. Les valeurs maximales seront calculées en augmentant graduellement le poids soulevé pour un exercice donné, jusqu'à ce que la valeur maximale soit atteinte. Une période de repos de 2 minutes entre les séries est de mise.

Les mesures de prises alimentaires
Lors du repas qui suivra les sessions d'exercice et des 2 jours suivant les sessions expérimentales (les séances d'entraînement), vous devrez choisir la nourriture que vous désirerez manger en fonction des items qui se trouveront sur un menu. Le menu comprend plusieurs différents choix de nourriture typiquement retrouvées au déjeuner, dîner, souper et lors des collations et qui sont très appréciés par les participants. Nous vous demanderons toutefois de nous rapporter tous les restes et les emballages pour les deux jours et nous recueillerons tout simplement ces derniers à la fin de vos repas. Nous vous demandons de seulement manger ce qui se retrouve dans vos glacières lorsque vous serez à l'extérieur du laboratoire.

Déjeuner standardisé
Un menu standardisé (pain au blé entier, confiture de framboise, beurre d'arachides, jus d'orange, fromage) vous sera servi en quantité suffisante et vous devrez manger autant que vous le désirez.

Le «Three-Factor Eating Questionnaire»
Ce questionnaire comporte 40 questions et vous sera administré afin de mieux caractériser vos habitudes alimentaires.

Mesures d'appétit (Échelle visuelle analogue)
Les mesures d'appétit seront réalisées à l'aide d'échelles visuelles analogues. Vous n'aurez qu'à indiquer à l'aide d'un trait sur une ligne l'intensité de différentes sensations reliées à l'appétit à plusieurs reprises pendant votre séjour au laboratoire. Cette évaluation sera effectuée avant et après chaque repas et ainsi qu'a toutes les 30 minutes au courant da la session expérimentale.

Cathéter (Prise de sang)
Un cathéter vous sera inséré au niveau de l'avant bras par une infirmière au début de chaque session expérimentale. Une prise de sang sera recueillie tous les 30 minutes lors de ces sessions (sauf lors de l'entraînement). Durant la session de résistance, un deuxième cathéter sera inséré après l'entraînement.

Tâche de choix de nourriture à l'ordinateur
Lors de ce test, des images de nourriture vous seront présentées sur un écran d'ordinateur. Vous devrez alors sélectionner la nourriture que « vous désirez le plus manger ». De plus, en utilisant 20 images de nourriture choisies aléatoirement, vous devrez répondre à ces questions : « Dans quelle mesure désirez-vous cet aliment? » et « Comment serait-il plaisant d'avoir cette nourriture dans votre bouche maintenant?

Indices de qualité du sommeil de Pittsburgh
Ce questionnaire est utilisé pour évaluer la qualité de sommeil et les perturbations de sommeil possibles dans le dernier mois. Sept composantes sont mesurées à l'aide de ce questionnaire: 1- la qualité de sommeil subjective, 2- latence du sommeil, 3- durée du sommeil, 4- efficacité du sommeil habituelle, 5- troubles du sommeil, 6- l'utilisation de médicaments pour dormir, 7- dysfonctionnement diurne (insomnie).

Questionnaires Pré et Post-sommeil
Le questionnaire pré-sommeil devrait être complété immédiatement avant d'aller vous coucher et est utilisé pour évaluer la qualité et quantité d'activités physiques accomplies durant la journée, ainsi que votre niveau de fatigue pré-sommeil. Le questionnaire post-sommeil devrait être complété 15 minutes après vous êtes levés (sorti du lit) le lendemain et évalue la qualité et la quantité de sommeil, ainsi que votre niveau de fatigue post-sommeil.

D. Risques prévisibles

Les risques associés à la participation à cette étude sont peu nombreux et très faibles. Les procédures vous seront expliquées de façon détaillée par l'assistant de recherche et l'infirmière de recherche avant que vous participez à quelconque aspect de l'étude. La de graisse corporelle (DXA) présentent peu de risques. Il importe toutefois de souligner que cet appareil m'exposera à un minimum de radiation (0.02-0.05 mRem, ce qui est moins que l'équivalent d'une journée exposé au soleil. Les entraînements ainsi que les tests à l'effort comportent peu de risques, et il importe de souligner que ce test sera supervisé par un spécialiste de l'exercice. Suite à l'entraînement, il se peut que vous vous sentiez fatiguées et endolories (comme après tout

exercice physique à intensité modérée ou plus). En ce qui concerne les tests à l'effort, il importe de spécifier que les responsables mettront fin au test dans le cas où ils soupçonneraient la présence d'étourdissements, de douleurs à la poitrine, d'arythmies cardiaques, ou d'infarctus. L'incidence d'infarctus est de 1 décès par 10,000 tests chez des individus n'ayant aucune histoire de maladie du cœur. Votre tension artérielle, votre fréquence cardiaque ainsi que votre respiration seront suivis de très près par le spécialiste de l'exercice lors de cette épreuve.De plus, les mesures seront effectuées par une infirmière de recherche ou par un assistant de recherche qui est détenteur d'une certification de la société canadienne de physiologie d'exercice. Tout le personnel du laboratoire a une certification RCR.

E. Avantages

Votre participation à cette étude vous permettra de recevoir des mesures de composition corporelle ainsi que plusieurs autres mesures physiologiques, comme votre métabolisme, votre consommation maximale d'oxygène et vos préférences alimentaires. Vous obtiendrez aussi de l'information quant à votre tension artérielle et votre fréquence cardiaque. Vous aurez également la chance de vous entraîner sous la supervision d'un spécialiste de l'exercice.

F. Compensation monétaire

Les tests auxquels vous avez accepté de vous soumettre sont gratuits. Il en va de même pour le stationnement au centre de recherche. Vous serez remboursé pour les frais de déplacement en accord avec la politique de l'Université d'Ottawa ; une compensation financière de 100 $ vous sera remise à cette fin. Le montant de 25$ vous sera remis après chaque session.

G. Confidentialité et anonymat

Afin de garantir votre confidentialité et votre anonymat, toutes les précautions et mesures nécessaires seront suivies afin d'assurer que vos résultats et votre information personnelle seront gardés sous la confidentialité la plus sévère.

- Les seules personnes qui auront accès à vos données seront le chercheur principal et l'infirmière de recherche.
- Votre nom n'apparaîtra dans aucun rapport. Un code numérique sera utilisé pour vous identifier dans tous les documents de recherche.
- Si les résultats sont utilisés pour des analyses subséquentes, seul votre code numérique apparaîtra sur les documents de recherche et une demande sera faite au comité de déontologie.
- Tous les matériaux et l'information auxquels vous pourriez être associés ne seront pas disponibles au public, et seront gardés dans la confidentialité la plus sévère, sauf dans les cas requis par la loi.
- Les données recueillies seront gardées dans un dossier sous clé dans une pièce à accès limité qui sera également verrouillée. Enfin, l'accès au laboratoire est également limité par des portes avec code d'accès. Tous les documents sur ordinateur seront protégés par un mot de passe.
- Les données et échantillons sanguins seront détruits cinq ans suivant la publication des résultats.

➢

H. Participation Volontaire

➢ Vous avez le choix de refuser de participer à cette étude. Si vous choisissez de participer, vous pouvez vous retirer de l'étude en tout temps pour toutes raisons. À tout moment lors de cette étude, les intérêts des participants vont prévaloir sur les objectifs de l'étude.

Toutes informations au sujet de vos droits en tant que participant peuvent être adressées au :

Responsable de la déontologie en recherche,

Université d'Ottawa, 550 rue Cumberland, Pavillon Tabaret, salle 159, Ottawa, Ontario, KIN 6N5
Courrier électronique : ethics@uottawa.ca.

Advenant des questions au sujet de la conduite du projet de recherche, vous pouvez contacter la responsable du projet de recherche,

Il y a deux copies du formulaire de consentement, dont une que vous pouvez garder.

S.V.P., choisir une des options ci-dessous *:*

Si vous choisissez de vous retirer de l'étude, vous voulez que toutes les données recueillies à votre sujet soient détruites.

□

Si vous choisissez de vous retirer de l'étude, vous acceptez que les données recueillies à votre sujet soient utilisées pour cette étude.

□

SIGNATURE DES RESPONSABLES DE L'ÉTUDE :

_____ Date: _____

_____ Date: _____

***SIGNATURE DU PARTICIPANT* :**

Vous désirez participer à cette étude,

_____ _____ Date: _____

Nom imprimé **Signature**

Annexe III

Questionnaire d'aptitude à l'activité physique (Q-AAP)

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

Q-AAP et VOUS

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

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

Si vous prévoyez modifier vos habitudes de vie pour devenir un peu plus actif(ve), commencez par répondre aux 7 questions qui suivent. Si vous êtes agé(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		
☐	☐	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?**
☐	☐	2.	**Ressentez-vous une douleur à la poitrine lorsque vous faites de l'activité physique?**
☐	☐	3.	**Au cours du dernier mois, avez-vous ressenti des douleurs à la poitrine lors de périodes autres que celles où vous participiez à une activité physique?**
☐	☐	4.	**Éprouvez-vous des problèmes d'équilibre reliés à un étourdissement ou vous arrive-t-il de perdre connaissance?**
☐	☐	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?**
☐	☐	6.	**Des médicaments vous sont-ils actuellement prescrits pour contrôler votre tension artérielle ou un problème cardiaque (par exemple, des diurétiques)?**
☐	☐	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 comptiez faire et suivez ses recommandations.
- Informez-vous quant aux programmes d'activités spécialisés les mieux adaptés à vos besoins, offerts dans votre localité.

Si vous avez répondu 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.

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

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

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

Dans le 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 _____ TÉMOIN _____
or TUTEUR (pour les mineurs)

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

SCPE | CSEP

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

Annexe IV

Questionnaire sur les habitudes alimentaires de Stunkard & Messick (TFEQ)

Questionnaire au sujet des habitudes alimentaires de Stunkard & Mesick (3-Factor Eating Questionnaire)

1. Questions générales sur vos habitudes alimentaires (V=Vrai ; F=Faux) :

	V	F
• Lorsque je vois un steak grésillant ou un plat de viande juteuse, j'ai beaucoup de difficulté à me retenir de manger, même si je viens juste de terminer un repas.	☐	☐
• Habituellement, je mange trop lors des rencontres à caractère social, comme les fêtes ou les pique-niques.	☐	☐
• Habituellement, j'ai tellement faim que je mange plus de trois repas par jour.	☐	☐
• Lorsque j'ai atteint mon quota de calories, je réussis habituellement à ne pas manger davantage.	☐	☐
• J'ai énormément de difficulté à suivre un régime, car je deviens tout simplement trop affamée.	☐	☐
• Pour contrôler mon poids, je prends délibérément de petites portions.	☐	☐
• Parfois, les aliments sont tellement délicieux que je continue de manger même si je n'ai plus faim.	☐	☐
• Comme j'ai souvent faim, je souhaiterais parfois que, quand je mange, un expert me dise quej'ai assez mangé ou que je peux encore manger.	☐	☐
• Lorsque je me sens anxieuse, je mange.	☐	☐
• La vie est trop courte pour se préoccuper de suivre un régime.	☐	☐
• Comme mon poids fluctue, j'ai suivi plus d'un régime amaigrissant.	☐	☐
• Il m'arrive souvent d'avoir tellement faim, qu'il faille absolument que je mange.	☐	☐
• Habituellement, quand je suis avec quelqu'un qui mange trop, je mange trop également.	☐	☐
• J'ai une assez bonne idée du nombre de calories contenues dans les aliments courants.	☐	☐
• Parfois, lorsque je commence à manger, il semble que je sois tout simplement incapable de m'arrêter.	☐	☐
• Je n'ai pas de difficulté à laisser des aliments dans mon assiette.	☐	☐
• À certains moments de la journée, je sens venir la faim, car j'ai simplement pris l'habitude de manger à ces moments-là.	☐	☐

- Lorsque je suis un régime, si je mange des aliments interdits, je réduis alors délibérément la quantité de nourriture que je mange pendant un certain temps pour me reprendre. ☐ ☐
- Le fait d'être en compagnie de quelqu'un qui mange souvent m'incite à manger également. ☐ ☐
- Lorsque je me sens triste, j'ai souvent tendance à trop manger. ☐ ☐
- J'aime tellement manger que je ne veux pas gâcher ce plaisir en comptant des calories ou en surveillant mon poids. ☐ ☐
- Lorsque je vois de vrais délices, je deviens tellement affamée que je dois immédiatement manger. ☐ ☐
- Afin de limiter la quantité de nourriture, je m'arrête souvent de manger même si je ne suis pas entièrement rassasiée. ☐ ☐
- Il m'arrive d'avoir tellement faim que mon estomac semble souvent être un gouffre sans fond. ☐ ☐
- Mon poids a à peine changé au cours des dix dernières années. ☐ ☐
- J'ai toujours faim de sorte qu'il m'est difficile d'arrêter de manger avant d'avoir terminé mon assiette. ☐ ☐
- Lorsque je me sens seule, je me console en mangeant. ☐ ☐
- Pour ne pas prendre de poids, je me retiens volontairement de ne pas trop manger aux repas. ☐ ☐
- Il m'arrive parfois d'avoir faim tard le soir ou durant la nuit. ☐ ☐
- Je mange tout ce que je veux, quand je veux. ☐ ☐
- Sans même y porter attention, je prends beaucoup de temps pour manger. ☐ ☐
- Pour contrôler mon poids, je compte délibérément les calories. ☐ ☐
- Je ne mange pas certains aliments, car ils me font engraisser. ☐ ☐
- Peu importe le moment, j'ai toujours assez faim pour manger. ☐ ☐
- Je porte beaucoup d'attention aux changements de ma silhouette. ☐ ☐

- Lorsque je suis au régime, si je mange un aliment interdit, je me laisse alors énormément al☐r et je ☐ mange d'autres aliments contenant beaucoup de calories.

2. Questions générales relatives aux régimes :

- **À quelle fréquence suivez-vous un régime dans le cadre d'un effort conscient visant à contrôler votre poids?**

☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
rarement	**parfois**	**habituellement**	**toujours**

- **Est-ce qu'une variation de poids de cinq livres a des répercussions sur votre façon de vivre?**

☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
pas du tout	**un peu**	**modérément**	**beaucoup**

- **À quelle fréquence ressentez-vous la faim?**

☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
seulement aux repas	parfois entre les repas	souvent entre les repas	presque toujours

- **Est-ce le fait de vous sentir coupable de trop manger vous aide à contrôler votre apport alimentaire?**

☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
jamais	**rarement**	**souvent**	**toujours**

- **Trouveriez-vous difficile de cesser de manger au milieu d'un repas et de ne pas manger pendant les 4 heures suivantes?**

☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
facile	un peu difficile	modérément difficile	très difficile

- **Êtes-vous consciente de ce que vous mangez?**

☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
pas du tout	un peu	modérément	extrêmement

- **À quelle fréquence évitez-vous de vous de faire des réserves d'aliments tentants?**

☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
presque jamais	rarement	la plupart du temps	presque toujours

- **À quel point est-il probable que vous magasiniez pour des aliments à faible teneur en calories?**

☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
improbable	peu probable	modérément probable	très probable

- **Avez-vous l'habitude de manger de manière raisonnable en présence d'autres personnes mais de ne pas vous retenir lorsque vous êtes seule?**

☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
jamais	rarement	souvent	toujours

- **Dans quelle mesure mangez-vous consciemment lentement afin de réduire la quantité d'aliments que vous mangez?**

☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
improbable	peu probable	modérément probable	très probable

- **À quelle fréquence vous passez-vous de dessert parce que vous n'avez plus faim?**

☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
presque jamais	rarement	au moins une fois par semaine	presque chaque jours

- **À quel point êtes-vous susceptible de choisir volontairement de manger moins que ce que vous ne le voudriez?**

☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
improbable	peu probable	modérément probable	très probable

- **Est-ce que vous vous « empiffrez » même si vous n'avez pas faim?**

☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
jamais	rarement	parfois	au moins une fois par semaine

Sur une échelle de 0 à 5, dans laquelle « 0 » signifie que vous ne vous restreignez pas de manger (c.-à-d. manger ce que vous voulez, quand vous le voulez) et où « 5 » représente le fait que vous vous restreignez sans cesse (c.-à-d. que vous limitez toujours l'apport alimentaire sans jamais « vous laisser aller »), quel chiffre vous accorderiez-vous? Cochez seulement une réponse.

☐ 0 Manger ce que vous voulez quand vous le voulez.

☐ 1 Manger habituellement ce que vous voulez quand vous le voulez.

☐ 2 Manger souvent ce que vous voulez quand vous le voulez.

☐ 3 Limiter souvent l'apport alimentaire mais vous vous « laissez aller » souvent.

☐ 4 Limiter habituellement l'apport alimentaire mais vous vous « laissez aller » rarement.

☐ 5 Limiter constamment l'apport alimentaire sans jamais vous « laissez aller ».

- **Dans quelle mesure la phrase suivante décrit-elle vos comportements alimentaires? « Le matin, je respecte mon régime, mais compte tenu des différentes choses qui se passent dans la journée, une fois le soir arrivé, je laisse tomber et je mange ce que je veux, en me promettant de me remettre au régime le lendemain. »**

☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
ça ne me ressemble pas du tout	c'est un peu comme moi	c'est une assez bonne description de moi	c'est exactement moi

Annexe V

Menu offert aux participants

Menu

☐ Croissant
☐ Bagel nature
☐ Bagel au blé entier avec sésame
☐ Pain blanc
☐ Pain blé
☐ Gruau en sachet

☐ Orange
☐ Pomme
☐ Banane
☐ Raisin

☐ Raisin bran
☐ Corn Flakes
☐ Croque nature
☐ Cheerios miel et noix

☐ Barre tendre Val Nature Sucrées et Salées (Noix mélangées grillées)
☐ Barre tendre enrobées de chocolat (dipps)
☐ Barre aux bleuets nutri-grain

☐ Jus de pomme Tropicana
☐ Jus d'orange Tropicana

☐ Pepsi
☐ 7up

☐ Crème glacée vanille
☐ Crème glacée chocolat

☐ Skittle
☐ Kit Kat
☐ Caramilk
☐ Hershey aux amandes
☐ Chocolat noir 70%
☐ Biscuits pépites de chocolat

☐ Croustille nature Lays
☐ Croustille BBQ Lays

☐ Eau
☐ Lait 1%
☐ Lait 3.25%
☐ Lait au chocolat
☐ Beurre
☐ Yogourt Silhouette 0% (fruits des champs, fraises, cerise et framboise)
☐ Yogourt Danone

☐ Piment rouge
☐ Bébé carotte
☐ Concombre
☐ Trempette

☐ Fromage cheddar
☐ Fromage Brie

☐ Biscuit breton original

☐ Pizza aux trois fromages
☐ Lasagne à la viande
☐ Poulet grillé marinara
☐ Poulet sucré sésame
☐ Pâté aux poulets
☐ Bœuf braisé

☐ Soupe aux légumes
☐ Soupe poulet nouille
☐ Soupe aux bœufs et légumes

☐ Beurre d'arachide crémeux
☐ Fromage à la crème
☐ Confiture aux fraises

☐ Sel
☐ Poivre
☐ Moutarde
☐ Mayonnaise
☐Ketchup