

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

L'ACTIVITÉ PHYSIQUE À L'AIDE D'UNE GÉRONTECHNOLOGIE DANS LES
RÉSIDENCES POUR PRÉVENIR LE DÉCLIN DE L'AUTONOMIE PHYSIQUE
CHEZ LES PERSONNES ÂGÉES

MÉMOIRE

PRÉSENTÉ

COMME EXIGENCE PARTIELLE

DE LA MAÎTRISE EN KINANTHROPOLOGIE

PAR

MARTINE LAUZÉ

OCTOBRE 2017

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de ce mémoire se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.07-2011). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

REMERCIEMENT

Je tiens à remercier ma directrice de maîtrise, Mylène Aubertin-Leheudre, pour son soutien tout au long de ce projet. Son aide judicieuse et sa confiance m'ont permis de profiter au maximum de cette période d'apprentissage et de vivre des expériences enrichissantes, bien au-delà du parcours académique. Je tiens également à souligner l'apport des collègues du laboratoire qui, par leur présence et leurs conseils, ont enrichi et égayé ce parcours. Un merci tout spécial à Amandine Agnoux, Stéphanie Ratsimbazafy et Dominic Martel pour leur contribution au développement et à la réalisation ce projet, ainsi qu'à Carole Roy pour son soutien technique sans faille. Je remercie aussi l'équipe de Jintronix, particulièrement Mark Evin, sur qui nous avons pu compter pour mener à bien ce projet.

Ce projet n'aurait pas été possible sans l'accueil et l'ouverture des dirigeants des résidences pour personnes âgées du Manoir Saint-Laurent, du Manoir Plaza, des Terrasses Versailles et du Symbiose, et de M. Robert Chagnon qui a facilité cette collaboration, je les en remercie. Je suis évidemment très reconnaissante envers tous les participants qui se sont engagés dans ce projet. Leur participation a été essentielle à sa réalisation, et leur gentillesse et leur générosité ont rendu cette expérience exceptionnelle.

Mes derniers remerciements vont à ma famille qui m'offre un soutien inconditionnel dans l'accomplissement de mes nombreux projets, dont celui-ci. Tout d'abord, à mes parents qui m'ont donné le droit de rêver et les moyens d'accomplir ce que je veux, ensuite à mes enfants qui, chaque jour, me font voir l'essentiel et, finalement, à mon conjoint qui alimente mes ambitions et contribue à l'accomplissement de mes rêves.

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENT	II
LISTE DES FIGURES	VII
LISTE DES TABLEAUX.....	VIII
LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES	IX
RÉSUMÉ	XI
INTRODUCTION	1
CHAPITRE I	
RECENSEMENT DES ÉCRITS	7
1.1 Vieillessement de la population	7
1.1.1 Prévalence de la personne âgée.....	7
1.1.2 Coûts associés au vieillissement	9
1.1.3 Milieu de vie de la personne âgée.....	10
1.2 Processus du vieillissement et déclin fonctionnel de la personne âgée.....	18
1.2.1 Concepts généraux	18
1.2.2 Importance de la fonction musculaire	23
1.2.3 Fragilité, prélude au déclin fonctionnel et à la perte d'autonomie... 30	
1.3 Activité physique et personnes âgées	34
1.3.1 Niveau d'activité physique de la personne âgée	34
1.3.2 Effets de l'activité physique chez la personne âgée.....	43
1.3.3 Conditions de pratique de l'activité physique.....	49
1.3.4 Activité physique dans les résidences pour personnes âgées.....	52
1.3.5 Facteurs qui influencent la pratique d'activités physiques.....	58
1.4 Gerontechnologies.....	60
1.4.1 Tendances générales.....	60

1.4.2	Jeux vidéo interactifs (<i>exergaming</i>)	62
1.5	Sommaire.....	69
CHAPITRE II		
QUESTIONS ET HYPOTHÈSES		72
CHAPITRE III		
MÉTHODOLOGIE.....		73
3.1	Devis de l'étude et participants	73
3.1.1	Critères d'inclusion et d'exclusion.....	74
3.1.2	Recrutement et assignation aléatoire.....	75
3.1.3	Échéancier	77
3.1.4	Risques et avantages.....	77
3.1.5	Éthique	80
3.2	Déroulement et procédures	80
3.2.1	Évaluations	80
3.2.2	Intervention en activité physique	81
3.3	Variables indépendantes	84
3.4	Mesures d'évaluation.....	84
3.4.1	Profil des participants et facteurs de confusion.....	84
3.4.2	Variables dépendantes.....	90
3.4.3	Mesures de la faisabilité et de l'acceptabilité de l'intervention	97
3.5	Analyses.....	100
3.5.1	Analyses des effets de l'intervention	101
3.5.2	Analyses de la faisabilité et de l'acceptabilité	104

CHAPITRE IV	
FEASIBILITY AND EFFECTS OF A PHYSICAL ACTIVITY PROGRAM USING A GERONTECHNOLOGY IN ASSISTED LIVING COMMUNITIES FOR OLDER ADULTS.....	
	106
4.1	Abstract..... 106
4.2	Introduction..... 108
4.3	Methods..... 110
4.3.1	Design and sample 110
4.3.2	Intervention 111
4.3.3	Feasibility and acceptability measures 112
4.3.4	Health status, functional and physical assessment 113
4.3.5	Statistical analysis 114
4.4	Results..... 115
4.4.1	Baseline characteristics of participants 115
4.4.2	Feasibility and acceptability results 116
4.4.3	Intervention effects..... 117
4.5	Discussion..... 120
4.6	Conclusion..... 124
4.6.1	Acknowledgement..... 125
 CHAPITRE V	
AUTRES RÉSULTATS ET DISCUSSION.....	
	126
5.1	Caractéristiques des participants 126
5.2	Faisabilité et acceptabilité de l'intervention..... 130
5.3	Effets de l'intervention sur la santé et les capacités fonctionnelles 130
5.4	Effets de l'interventions sur le niveau d'activité physique 131
5.4.1	Nombre de séances réalisées 131
5.4.2	Niveau d'activité physique volontaire auto-déclaré..... 132
5.4.3	Nombre de pas..... 134
5.5	Discussion..... 137

5.5.1	Faisabilité et acceptabilité	137
5.5.2	Capacités fonctionnelles.....	138
5.5.3	Niveau d'activité physique.....	140
5.6	Limites et perspectives	144
CONCLUSION		147
ANNEXES		149
ANNEXE A : CERTIFICATS DE FORMATION EN ÉTHIQUE DE RECHERCHE		150
ANNEXE B : CERTIFICAT D'ÉTHIQUE DU PROJET DE RECHERCHE.....		151
ANNEXE C : FORMULAIRE D'INFORMATION ET DE CONSENTEMENT		152
ANNEXE D : LES EXERCICES		159
RÉFÉRENCES		161

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1 : Répartition du nombre de places selon le type de milieux de vie collectifs pour personnes âgées au Québec.....	17
Figure 1.2 : Modèle de limitation et d'incapacité.....	21
Figure 1.3 : Cycle de la fragilité.....	32
Figure 3.1 : Devis de l'étude et répartition des participants.....	77
Figure 4.1 : Flow diagram of the intervention study.....	110
Figure 4.2 : Significant changes in functional capacities during intervention and at follow-up.....	119
Figure 5.1 : Répartition des participants et flux des données collectées.....	135

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1 : Différents milieux de vie collectifs des personnes âgées au Québec....	16
Tableau 1.2 : Critères de classification des stades de la sarcopénie selon l'EWGSOP.....	27
Tableau 3.1 : Calendrier des évaluations et interventions.....	96
Tableau 3.2 : Échelle visuelle de difficulté perçue.....	99
Tableau 3.3 : Échelle visuelle de difficulté perçue.....	100
Tableau 3.4 : Analyse intra-groupe des effets de l'intervention sur la santé et les capacités fonctionnelles.....	102
Tableau 3.5 : Analyse intra-groupe des effets de l'intervention sur le niveau d'activité physique.....	102
Tableau 3.6 : Analyse inter-groupes des effets de l'intervention sur la santé et les capacités fonctionnelles.....	103
Tableau 3.7: Analyse inter-groupes des effets de l'intervention sur le niveau d'activité physique.....	104
Tableau 4.1 : Baseline Characteristics (T1).....	116
Tableau 4.2 : Delta changes during the intervention and at follow-up between and within groups.....	118
Tableau 5.1 : Caractéristiques des participants à l'évaluation initiale.....	129
Tableau 5.2 : Adhésion et nombre moyen de séances d'AP par semaine.....	132
Tableau 5.3 : Effets de l'intervention sur le niveau d'activité intra-groupe et entre les groupes sur le score obtenu au questionnaire RAPA.....	133
Tableau 5.4 : Effets de l'intervention intra et inter-groupes sur le nombre moyen de pas par jour au cours de la période d'intervention.....	136

LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES

ACSM : American College of Sports Medicine

AIVQ : Activité instrumentale de la vie quotidienne

AP : Activité physique

AVQ : Activités de la vie quotidienne

CHS : Cardiovascular Health Study

CHSLD : Centre d'hébergement et de soins de longue durée

FES-court : Falls Efficacy Scale-International

IMC : Indice de masse corporelle

MET : Équivalent métabolique

MoCA : Montreal Cognitive Assessment

MSSS : Ministère de la Santé et des Services sociaux

OMS : Organisation mondiale de la santé

QDV : Qualité de vie

RAPA : Rapid Assessment of Physical Activity

RI : Ressource intermédiaire

RM : répétition maximale

RPA : Résidence pour personnes âgées

RTF : Ressource de type familial

SCPE : Société canadienne de physiologie de l'exercice

SF-36 : Short Form (36) Health survey

SMAF : Système de mesure de l'autonomie fonctionnelle

SOF : Study of Osteoporotic Fractures

SPPB : Short Physical Performance Battery

TUG : Timed-Up-and-Go

RÉSUMÉ

L'objectif de cette étude était de vérifier la faisabilité, l'acceptabilité et les effets d'une intervention en activité physique (AP) à l'aide d'une gérontechnologie chez des personnes vivant en résidence pour personnes âgées (RPA). Au total, 46 personnes ont été recrutées dans quatre RPA de la région de Montréal. Ces personnes ont été assignées de façon aléatoire à un groupe expérimental (A ou B) ou à un groupe témoin. Les participants au groupe expérimental ont pris part à une intervention en AP de 12 semaines (groupe A : 2 séances/sem et groupe B : ≥ 2 séances/sem) avec jeux vidéo interactifs. Des évaluations sur la santé et les capacités fonctionnelles ont eu lieu au moment du recrutement (T1), puis 12 semaines (T2) et 24 semaines (T3) plus tard. Deux analyses ont été conduites. La première avait pour objectif d'évaluer la faisabilité, l'acceptabilité et les effets de l'intervention sur les capacités physiques. Le groupe expérimental (EX) a complété $89 \pm 17\%$ des 24 séances prescrites, dont $67 \pm 13\%$ de façon autonome. Les participants ont obtenu un score de $87 \pm 6\%$ en qualité de mouvement. Ils ont rapporté avoir bien ou beaucoup aimé $93,8\%$ des exercices et avoir trouvé facile ou un peu difficile $92,8\%$ d'entre eux. Des effets positifs de l'intervention ont été observés à l'évaluation T3 avec des changements statistiquement différents entre les groupes dans la vitesse de marche (EX: $+0,10 \pm 0,20$ vs. CON: $-0,04 \pm 0,16$ m/s; $p=0,04$) et du score au SPPB (EX: $+1,1 \pm 2,0$ vs. CON: $-0,4 \pm 1,6$; $p=0,03$). La deuxième analyse, entre les participants des groupes A, B et C, avait pour objectif de vérifier les effets de l'intervention sur l'augmentation volontaire du niveau d'AP. Les participants des groupes A et B ont réalisé un nombre similaire de séances d'AP (A: $22,1 \pm 3,2$ vs. B: $25,1 \pm 9,8$) et atteint un niveau similaire d'AP volontaire (A: 3904 ± 1775 vs. B: 3597 ± 1781 pas/jour; $p=0,66$). Les résultats de cette étude nous permettent de constater qu'une intervention en AP avec gérontechnologie dans les RPA est faisable et acceptable, et qu'elle peut mener à des bénéfices pour les participants. L'intervention a mené à une amélioration des capacités fonctionnelles, dont la vitesse de marche, un prédicteur du maintien de la mobilité. L'utilisation des gérontechnologies pourrait élargir l'offre de programmes d'exercices dans les RPA pour ainsi favoriser la pratique d'AP et contribuer au maintien des capacités fonctionnelles des résidents.

Mots-clés : gérontechnologie, jeux vidéo interactifs, résidences pour personnes âgées, activité physique, capacités fonctionnelles, personnes âgées.

INTRODUCTION

Les recherches scientifiques démontrent que l'activité physique peut contribuer à la santé des personnes âgées (Paterson and Warburton 2010), notamment en améliorant leurs fonctions physiques et leurs capacités fonctionnelles (Liu and Latham 2009). Cela a des effets positifs sur leur qualité de vie et leur capacité à accomplir leurs activités de la vie quotidienne et, par conséquent, contribue au maintien de leur autonomie. Or, la majorité des personnes âgées au Canada sont peu actives (Statistique Canada 2015). On estime que la population âgée passe plus de la moitié de son temps de loisir à faire des activités sédentaires, c'est-à-dire en position assise (Buman, Hekler et al. 2010). La situation est encore plus grave dans les milieux de vie collectifs tels que les résidences pour personnes âgées où le temps passé en activité sédentaire dépasserait 80% du temps éveillé (MacRae, Schnelle et al. 1996).

Ce niveau d'inactivité peut s'expliquer par certains obstacles à l'activité physique perçus par les personnes âgées, dont les plus souvent évoqués sont les problèmes de santé, la peur de tomber ou de se blesser et le manque de motivation (Schutzer and Graves 2004). Ainsi, il s'avère important de trouver des approches adaptées aux besoins des aînés permettant de contourner ces obstacles. À cet égard, les interventions en activité physique supervisées par des professionnels de la santé, qu'elles soient conduites en laboratoire, en clinique ou dans la communauté, parviennent à réduire plusieurs des obstacles évoqués, mais ont le désavantage d'avoir un coût élevé (Lowensteyn, Coupal et al. 2000). D'autre part, les offres de programmes d'activité physique dans les milieux de vie collectifs ne répondent pas toujours aux besoins personnels des résidents en ce qu'ils sont habituellement pratiqués en groupe, donc difficilement personnalisables, et parfois dépourvus d'exercices à orientation fonctionnelle permettant le transfert des acquis dans les activités de la vie quotidienne.

(Kalinowski, Wulff et al. 2012). Il s'avère donc nécessaire d'identifier des moyens novateurs de faciliter la pratique d'activités physiques chez les aînés, notamment chez ceux qui vivent en résidence pour personnes âgées.

Pour cela, les gérontechnologies, soit les technologies adaptées aux personnes âgées, offrent une nouvelle avenue intéressante pour cette population. Elles sont de plus en plus utilisées dans divers contextes, notamment pour améliorer la sécurité et pour faciliter la réalisation de certaines tâches, mais peuvent également favoriser la pratique d'activités physiques. En effet, par le biais des jeux vidéo interactifs (*exergames*), les personnes âgées peuvent devenir plus actives et bénéficier des effets positifs de l'exercice sur leurs capacités fonctionnelles et ce, de façon ludique, simple et sécuritaire (Skjæret, Nawaz et al. et al. 2016).

Néanmoins, l'offre de jeux vidéo interactifs spécialement conçus pour les personnes âgées demeurent à ce jour limitée et certaines technologies présentent des contraintes importantes. Certains systèmes de jeux requièrent un équipement qui est mal adapté à cette population. Par exemple, l'utilisation d'une télécommande avec capteurs inertiels peut interférer dans l'exécution adéquate des mouvements chez les personnes qui ont des problèmes articulaires alors que l'utilisation de matelas ou plate-forme avec capteurs de pression peut compromettre la sécurité de celles dont l'équilibre est précaire. En ce sens, les systèmes qui font appel à la détection de mouvement par caméra sont en général mieux adaptés aux besoins des personnes âgées (Van Diest, Lamoth et al. 2013). Par ailleurs, il est recommandé de faire appel à une technologie qui donnent des consignes claires ainsi que des rétroactions, et dont les paramètres telles l'intensité, l'amplitude et la complexité du mouvement peuvent être adaptés de façon individuelle (Gerling, Livingston et al. 2012). Il s'agit en effet d'éléments qui favorisent l'adhésion à un programme d'activité physique faisant appel à la technologie auprès d'une population âgée en général moins encline à y recourir.

Bien que, depuis une dizaine d'années, quelques études sur le sujet aient été publiées (Aarhus, Grönvall et al. 2011, Caparosa, Nichols et al. 2011, Gerling, Livingston et al. 2012, Lamothe, Alingh et al. 2012, Maillot, Perrot et al. 2012, Bieryla and Dold 2013, Van Diest, Lamothe et al. 2013, Skjæret, Nawaz et al. 2016), la faisabilité et l'efficacité des gérontechnologies dans le cadre de programmes d'activité physique chez les aînés n'ont pas été étudiées de façon exhaustive. D'une part, les technologies elles-mêmes évoluent rapidement et les systèmes utilisés il y a à peine quelques années ont changé. De plus, le contexte dans lequel ces gérontechnologies peuvent être implantées évolue également rapidement. C'est le cas notamment du milieu de vie de la personne âgée qui tend à changer avec le vieillissement de la population. En effet, les aînés sont de plus en plus nombreux à occuper un milieu de vie collectif tel une résidence pour personnes âgées. Ce type d'habitation est en pleine croissance, particulièrement au Québec (Société canadienne d'hypothèques et de logement (A) 2015, Société canadienne d'hypothèques et de logement (B) 2015), mais les études portant sur l'activité physique à l'aide de gérontechnologies conduites dans ces milieux sont peu abondantes, voire absentes. Il nous apparaît donc important de nous pencher sur cette question afin d'offrir aux aînés des approches novatrices pour les rendre ou les garder actifs le plus longtemps possible.

Les résultats de ce projet de recherche pourraient avoir des répercussions importantes, notamment sur plan économique. Le simple fait d'augmenter le niveau d'activité physique de cette population peut avoir pour conséquence d'améliorer leur condition physique et leur santé globale et ainsi mener à une réduction des coûts pour les soins imputés au système de santé. Il s'agit donc de voir dans quelle mesure il est possible d'ajouter, à l'offre déjà en place, un moyen novateur qui favoriserait la pratique de l'activité physique des personnes âgées vivant en milieu collectif afin qu'un plus grand nombre d'entre elles bénéficient des bienfaits de l'exercice.

Ce projet de recherche a été mis sur pied afin d'évaluer le potentiel des technologies dans l'adoption de saines habitudes de vie, plus précisément la pratique régulière d'activités physiques, par les personnes âgées.

Nous visions, d'une part, à mettre en lumière les capacités de la population âgée à utiliser de façon consciente et volontaire une technologie bien spécifique, soit un logiciel d'exercices adaptés appelé Jintronix®. D'autre part, nous visions à mesurer les effets d'une intervention en activité physique avec cette gérontechnologie sur la santé physique des personnes, et plus précisément sur leurs capacités fonctionnelles.

Le contexte général nous a amené à nous poser deux questions :

- 1) Une intervention en activité physique à l'aide d'une gérontechnologie dans les résidences pour personnes âgées est-elle faisable et acceptable?
- 2) Quels sont les effets physiques d'une intervention en activité physique à l'aide d'une gérontechnologie chez les personnes âgées vivant en résidence?

L'objectif premier de ce projet de recherche était donc de mesurer la faisabilité et l'acceptabilité d'un programme d'activité physique faisant appel à une gérontechnologie auprès des aînés vivant en résidence pour personnes âgées. Le second objectif était de mesurer les bénéfices d'une telle intervention auprès de cette population. Plus précisément, nous souhaitons mesurer les effets sur les performances physiques, les capacités fonctionnelles, le niveau d'activité physique, et l'autonomie de ces personnes âgées.

L'intervention en activité physique a consisté en des séances développées et offertes à l'aide de la technologie Jintronix®. Il s'agit d'un logiciel qui propose une variété de

jeux et d'exercices visant la réadaptation physique auquel est intégré un système de détection et de capture du mouvement utilisant la console Kinect de Microsoft®. Les participants ont suivi deux séances d'activité physique adaptée hebdomadaire, conçues à l'aide de cette technologie, pendant 12 semaines.

Nos hypothèses quant aux résultats étaient les suivantes :

- 1) L'utilisation d'une gérontechnologie comme outil d'intervention en activité physique auprès des personnes âgées vivant en résidence est faisable et acceptable.
- 2) L'activité physique à l'aide d'une gérontechnologie induit, immédiatement après l'intervention et à moyen terme, des effets bénéfiques et sur l'autonomie fonctionnelle, les performances physiques et les capacités fonctionnelles des personnes âgées vivant en résidence.
- 3) L'activité physique à l'aide d'une gérontechnologie permet d'augmenter, de façon volontaire, le niveau d'activité physique des personnes âgées vivant en résidence pendant la période d'intervention.

La conception de ce projet de recherche nous a amené à imaginer l'implantation, à grande échelle, d'un mode d'intervention simple, ludique, efficace, peu coûteux et sécuritaire faisant appel à la gérontechnologie pour rendre l'activité physique plus accessible aux personnes âgées. Toute initiative qui permet de freiner le déclin des capacités fonctionnelles des personnes vivant en résidence et de maintenir chez elles un plus haut niveau d'autonomie pour ainsi leur permettre d'avoir une meilleure santé globale nous apparaît important, et l'activité physique est la voie que nous favorisons.

Le travail qui suit présente un projet de recherche conduit auprès de la population âgée vivant dans des résidences au Québec, plus précisément une intervention en activité

physique à l'aide d'une gérontechnologie. Le premier chapitre consiste en un rescencement des écrits ayant mené aux questions de recherche et aux hypothèses, repris dans le chapitre suivant. Le troisième chapitre présente la méthodologie de cette étude. Les résultats et la discussion sont présentés sous forme d'article scientifique au quatrième chapitre, et dans une section supplémentaires au cinquième chapitre.

CHAPITRE I

RECENSEMENT DES ÉCRITS

1.1 Vieillesse de la population

1.1.1 Prévalence de la personne âgée

La personne âgée, si l'on s'attarde exclusivement à l'âge chronologique, se définit comme l'individu ayant 65 ans et plus, selon le repère choisi par le Gouvernement du Canada pour identifier la population aînée (Turcotte and Schellenberg 2006). L'Organisation mondiale de la santé (OMS) s'appuie plutôt sur le point de repère des Nations-Unis qui définit la personne âgée comme étant celle de 60 ans et plus (Organisation mondiale de la santé 1999). Bien que l'OMS reconnaisse que, dans la plupart des pays, le repère est établi à 65 ans, dans bien des sociétés, comme en Afrique par exemple, l'âge de 50 serait plus représentatif de la population dite aînée (Organisation mondiale de la santé 2000). En fait, l'âge chronologique qui sert de repère correspond généralement au moment où la population d'une société se retire de la vie active.

Selon Statistique Canada, les personnes âgées de 65 ans et plus représentent aujourd'hui 16,1% de la population totale du pays, soit environ 5,8 millions d'individus. Il est important de noter que cette proportion a augmenté de 5,7% en trente ans et on estime qu'elle continuera de croître au cours des prochaines décennies (Statistique Canada 2014). Dans un scénario de forte croissance démographique, les projections de Statistique Canada (2010) portent la proportion de personnes de 65 ans et plus à 23 et 24% de la population canadienne totale en 2036 et 2061 respectivement,

soit 10,9 et 15 millions. Dans un scénario de faible croissance démographique, la proportion de ces personnes serait de 25 et 28% de la population canadienne totale en 2036 et 2061 respectivement, soit 9,9 et 11,9 millions de personnes âgées de 65 ans et plus. On constate donc une proportion de plus en plus grande des aînés sur l'ensemble de la population canadienne qui, en combinant les deux scénarios de croissance démographique, augmentera de près de 10% par décennie.

Ce phénomène est similaire au niveau mondial. En effet, on s'attend à ce que le groupe des 60 ans et plus, selon l'âge repère de l'OMS, représente 22% de la population mondiale d'ici 2050, ce qui signifie qu'elle pourrait passer d'environ 800 millions à 2 milliards de personnes en moins de 40 ans (Beard, Biggs et al. 2011). Selon les auteurs du rapport du Forum économique mondial (Beard, Biggs et al. 2011), un facteur important de cette croissance est la convergence des pays en développement vers un portrait démographique similaire à celui des pays les plus industrialisés. Cela s'explique, entre autres, par une baisse du taux de fertilité, une hausse de l'espérance de vie et des conditions de vie qui ne sont plus réservées aux pays industrialisés.

À première vue, on peut se réjouir de la hausse de l'espérance de vie, mais il y a un revers à cette réalité. Il est vrai que le moment du décès a été repoussé de façon importante, et ce principalement grâce aux avancées scientifiques et technologiques des dernières décennies. Au Canada, l'espérance de vie est passée de 74 à 83 ans chez les femmes et de 68 à 79 ans chez les hommes, entre 1960 et 2009 (Statistique Canada 2012). Ainsi, en près de 50 ans, l'espérance de vie a affiché une croissance de 14% (hommes et femmes confondus). Toutefois, l'espérance de vie dite « en bonne santé » a progressé quant à elle beaucoup plus lentement.

Au Québec plus spécifiquement, en 1987, l'espérance de vie se situait à 75,9 ans (femmes et hommes confondus), mais l'espérance de vie en santé était de 66,3 ans, soit

9,6 ans de moins (Pageau, Choinière et al. 2001). En 2007, toujours au Québec, l'espérance de vie se situait à 78,2 ans, mais l'espérance de vie en santé était de 69,7 ans, soit 8,5 ans de moins (Statistique Canada 2012). Ainsi, on remarque que l'espérance de vie a augmenté que 2,3 ans, mais que malgré les connaissances et les progrès dans le domaine de la santé des dernières années, le nombre d'années que l'on peut s'attendre à vivre dans un état plus ou moins morbide n'a été réduit que de 1,1 an. Et bien que la morbidité puisse s'inscrire à un ou plusieurs moments sur le continuum de la vie, entre la naissance et le décès, c'est la période la plus avancée en âge qui est la plus marquée par une réduction ou une absence de santé. La prévalence de personnes avec incapacité au Canada le démontre bien puisque l'Enquête sur la participation et les limitations d'activités de 2006 (Statistique Canada 2009) révèle que 11,5% de la population canadienne de 15 à 64 ans vit avec une incapacité, c'est-à-dire un état ou un problème de santé à long terme qui limite les activités quotidiennes, alors que cette proportion atteint 43,4% chez les 65 ans et plus, soit quatre fois plus.

1.1.2 Coûts associés au vieillissement

Outre l'impact que cette détérioration de l'état de santé a sur les personnes elles-mêmes, il y a un coût socio-économique associé à cette période de morbidité. En effet, la proportion de la population la plus coûteuse à soigner est celle des plus de 65 ans. Annuellement, les dépenses de santé pour cette tranche d'âge représentent 45% des fonds alloués par les gouvernements provinciaux et territoriaux à la santé (Institut canadien d'information sur la santé 2013). Sur le plan social, la morbidité des personnes vieillissantes a aussi un impact. Elle peut se traduire par un retrait prématuré du marché du travail, ayant pour conséquence une réduction des revenus personnels, et une baisse de contribution à la société. Ce dernier élément fait référence à la participation sociale et à l'existence d'un lien avec la santé, l'un étant le facteur de l'autre (Raymond, Gagné et al. 2008). Selon la revue de littérature réalisée par auteurs, le lien entre la

participation sociale et la santé des personnes âgées a été démontré à travers de multiples études. Ils concluent d'abord qu'une plus grande participation sociale peut améliorer la santé physique et mentale et, par le fait même, réduire l'utilisation des services. Mais aussi, une meilleure santé, ou du moins la perception d'avoir une bonne ou une excellente santé, favorise la participation sociale. Or, au Canada en 2008, plus de 60% des personnes âgées de 65 ans et plus se déclaraient être ni en très bonne ni en excellente santé (Statistique Canada 2010). Ainsi, la morbidité coûte non seulement chère en soins de santé, mais également en contribution aux activités de la société.

1.1.3 Milieu de vie de la personne âgée

Au moment où une personne âgée vivant dans la collectivité commence à perdre de l'autonomie et requiert de l'aide pour accomplir une ou plusieurs de ses activités de la vie quotidienne (AVQ), incluant celles dites instrumentales (AIVQ), des changements dans son milieu de vie doivent être envisagés. Selon Katz (1983), les AVQ comprennent les activités de base telles que se nourrir, se laver, aller à la toilettes s'habiller et prendre soin de son apparence alors que les AIVQ s'articulent autour de l'accomplissement des tâches domestiques et de la participation sociale. La personne dont la capacité à accomplir ses AVQ et AIVQ est diminuée peut continuer à vivre chez elle, à aménager son domicile et à recevoir de l'aide à la maison ou déménager dans un milieu de vie qui lui offre le soutien dont elle a besoin : chez un proche, dans une résidence pour personnes âgées ou en institution (Pelletier 1992). Bien que le niveau d'autonomie soit un élément important dans le choix du milieu de vie des personnes âgées, il n'est pas le seul. La trajectoire résidentielle des personnes âgées est hétérogène et les facteurs décisionnels qui mènent à une relocalisation sont multiples (Hays 2002).

L'aménagement dans un logement collectif destiné aux personnes âgées s'inscrit dans un continuum pouvant aller de la vie autonome à domicile à la vie en établissement de soins de longue durée ou même en soins palliatifs. Entre ces deux extrémités, on retrouve les personnes âgées dont le degré d'autonomie varie et qui ont besoin d'aide pour certaines tâches de la vie quotidienne en raison d'un déclin fonctionnel. Bien que la très grande majorité de ces personnes souhaitent maintenir leur autonomie, il ne leur est pas toujours possible de le faire en raison de leur état de santé (Institut canadien d'information sur la santé 2011). Certaines personnes reçoivent des services et des soins à domicile, dispensés par les aidants naturels et/ou le système de santé, favorisant le maintien de l'autonomie, mais ce n'est pas le cas pour tous (Institut canadien d'information sur la santé 2011). La relocalisation en logement collectif s'avère parfois nécessaire et, même dans une telle situation, tout doit être mis en œuvre pour maintenir l'autonomie des personnes.

La décision d'aménager dans un logement collectif, qu'il soit de type résidentiel ou de type institutionnel, peut être volontaire ou non. La plupart du temps, le choix d'un milieu vie en résidence pour personnes âgées de type résidence privée, telle qu'elle sera décrite ci-dessous, est volontaire, alors que c'est le contraire dans le cas de l'institutionnalisation (Oswald and Rowles 2006). Les raisons qui poussent une personne à la relocalisation dans le premier type de résidence sont parfois basées sur des problèmes de santé et une perte d'autonomie, mais bien souvent sur une anticipation des besoins futurs, un souci de sécurité, une volonté de demeurer près de la famille et un accès rapide à un milieu de vie répondant à ses intérêts (chambre privée, services offerts, activités proposées, etc.) (Gervais, Hébert et al. 2004, Oswald and Rowles 2006). Alors que les événements déclencheurs d'un déménagement au sein d'une résidence pour personnes âgées sont variés, ils sont plus limités quand cela se déroule vers un milieu institutionnel. L'incapacité, le déclin fonctionnel et la perte d'autonomie sont habituellement la source d'un changement de milieu de vie. L'étude

de Agüero-Torres, von Strauss et al. (2001) identifie d'ailleurs le faible niveau d'autonomie fonctionnelle, soit la capacité à accomplir ses AVQ, et la démence, définit dans le *Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux* (DSM-5) comme un trouble neurocognitif se manifestant par un déclin cognitif par rapport à un niveau antérieur de performance (American Psychiatric Association 2013), comme les principaux facteurs de prédiction d'institutionnalisation chez une population âgée de 75 ans et plus. Par ailleurs, il est important de noter que toute décision relative à un choix de logement est influencée par les ressources socioéconomiques, qui ont tendance à diminuer chez les personnes âgées. Les personnes à faible revenu sont ainsi surreprésentées au sein des institutions (Pelletier 1992). Quelles que soient leurs raisons ou motivations, plusieurs personnes âgées se retrouvent donc dans un milieu de vie que l'on peut qualifier de collectif (résidence ou institution).

Le recensement de la population de 2011 indique que 7,9% des Canadiens âgés de 65 ans et plus vivaient dans un logement collectif se spécialisant dans les soins pour personnes âgées (une résidence pour personnes âgées ou un établissement de soins de santé et de services connexes). Cela représentait, en 2011, 393 095 individus. Par ailleurs, la prévalence augmente considérablement avec l'âge. En effet, seulement 1% des personnes de 65 à 69 ans résident en logement collectif alors que cette proportion augmente à 30% chez les 85 ans et plus (Statistique Canada 2011). La situation est différente et particulière au Québec où le logement collectif pour aînés est beaucoup plus populaire. En effet, on estime que 18,5% des 75 ans et plus (soit 115 399 personnes) vivent dans ce type de logement, ce qui est beaucoup plus élevé que la moyenne canadienne de 8,9% pour ce même groupe d'âge (Société canadienne d'hypothèques et de logement (A) 2015). Le profil des résidents et le type de résidences sont toutefois variés, et il importe maintenant de les définir.

Il existe différents milieux de vie collectifs. La première catégorie est celle que l'on appelle institutionnel. Par institution on entend les ressources d'hébergement qui sont régies par la loi et qui accueillent des personnes nécessitant plusieurs heures de soins par jour. Au Québec, ces ressources institutionnelles correspondent au Centre d'hébergement et de soins de longue durée (CHSLD) (Ministère de la Santé et des services sociaux du Québec 2004). On compte 124 CHSLD qui se répartissent en 366 points de services (Association québécoise d'établissements de santé et de services sociaux 2014). Il existe trois types de CHSLD : public, privé conventionné et privé non conventionné. Les CHSLD publics sont entièrement gérés par le Ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS). Ceux qui sont privés conventionnés sont financés par le MSSS, mais gérés par un propriétaire indépendant qui détient un permis du ministère (Index Santé). Pour qu'une personne soit admise dans un CHSLD public ou privé conventionné, une évaluation approfondie doit être conduite et conclure que les atteintes physiques et mentales sont suffisamment importantes pour restreindre l'accomplissement des AVQ et que les ressources de l'environnement (soins à domicile, proche aidant, etc.) ne permettent pas d'assurer les soins nécessaires. Ce type d'hébergement est surtout réservé aux personnes en lourde perte d'autonomie (Soulières and Ouellette 2012). Leur profil correspond à un score de 10 à 14 (sur un total de 14) au Système de mesure de l'autonomie fonctionnelle (Iso-SMAF). Le profil 10 comprend des atteintes mentales graves avec un besoin intensif de surveillance et celui de 11 à 14 comprend des atteintes mixtes (motrice et mentale) jumelé à un besoin d'aide pour la mobilité (Dubuc, Hébert et al. 2004). Finalement, les CHSLD privés non conventionnés sont entièrement autonomes, financés et gérés par des propriétaires indépendants. Bien qu'ils doivent détenir un permis émis par le MSSS pour opérer, leurs critères d'admission et leur fonctionnement n'est pas régi par le ministère. Cependant, les personnes qui y résident sont, tout comme dans les CHSLD publics et privés conventionnés, en sévère perte d'autonomie (Index Santé). En 2012-2013, 42% des résidents de CHSLD étaient âgés de 85 ans et plus. De plus, la grande majorité des résidents, soit 80% d'entre eux, présentaient une démence et 90% des symptômes

comportementaux et psychologiques reliés à la démence (Association québécoise d'établissements de santé et de services sociaux 2014).

Outre les CHSLD, il existe au Québec d'autres milieux de vie collectifs pour les personnes âgées dont les pertes d'autonomie sont moins sévères. Ils offrent différents services de proximité facilitant l'accomplissement de certaines AVQ et AIVQ, mais aussi des activités sociales et communautaires. Parfois appelées maisons de retraites, résidences collectives ou, en anglais, « *nursing homes* », ces milieux de vie collectifs sont des ressources qui peuvent être publiques ou privées et avoir différentes tailles et niveaux de services. Celles qui sont sous la gouverne du MSSS sont les ressources intermédiaires (RI) et les ressources de type familial (RTF). Elles offrent entre une et trois heures de soins par jour à ses usagers. On compte au Québec 333 RI dont les services sont dédiés aux personnes en perte d'autonomie liée au vieillissement et plusieurs centaines de RTF, réparties dans toutes les régions du Québec (Ministère de la Santé et des services sociaux du Québec 2014). Les personnes vivant dans ce type de résidence ont une perte d'autonomie légère à modérée. En plus de services de soutien et d'assistance, les RI et les RTF offrent les repas, alors que la plupart des soins de santé sont dispensés par une ressource externe. Il s'agit d'un milieu de vie qui permet aux personnes âgées de demeurer dans la communauté tout en recevant les soins dont ils ont besoins en lien avec leur perte d'autonomie (Vérificateur général du Québec 2012).

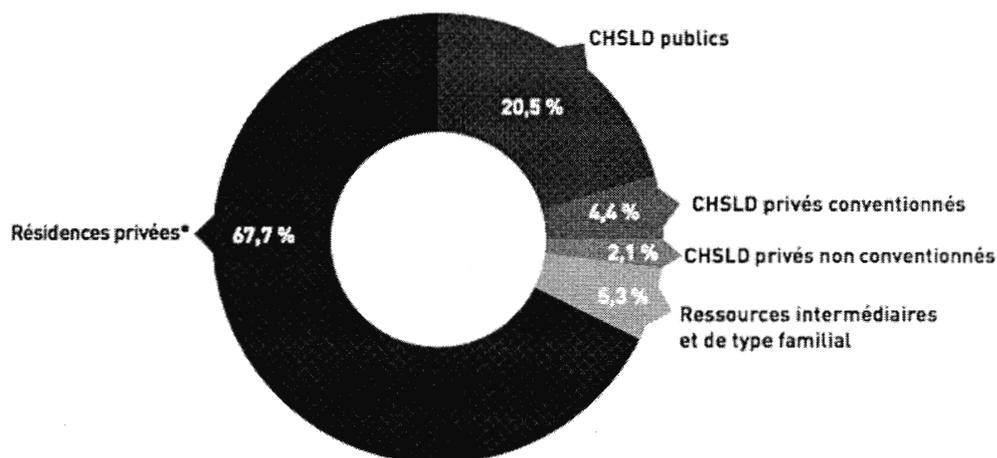
D'autre part, on retrouve également au Québec des résidences privées d'hébergement (Gervais, Hébert et al. 2004), officiellement appelées résidences privées pour aînés ou résidences privées pour personnes âgées. Une recherche à partir du site Web du Ministère de la Santé et des Services sociaux du Gouvernement du Québec a permis de comptabiliser, en novembre 2015, un total de 1866 résidences privées pour aînées au Québec alors que la Société canadienne d'hypothèques et de logement (B) (2015)

rapportait 1 300 résidences avec places standards, pour un total de 115 399 résidents. Par places standards, on entend les places pour lesquelles moins d'une heure et demi de soins par jour sont fournis (Société canadienne d'hypothèques et de logement (B) 2015). Le niveau d'autonomie des résidents varie d'une résidence privée à l'autre, mais l'indice de lourdeur de la clientèle, mesurée dans le cadre de l'enquête de Gervais, Hébert et al. (2004), révèle que le niveau d'autonomie fonctionnelle est plus élevé dans les résidences privées que dans les résidences institutionnelles. Il existe deux catégories de résidences privées pour aînés. Premièrement celles pour personnes âgées autonomes qui ont l'obligation d'offrir au moins deux services parmi les suivants : services de repas, services d'aide domestique, services de sécurité ou services de loisirs. Deuxièmement, celles pour personnes âgées semi-autonomes, qui ont l'obligation d'offrir au moins deux services parmi les suivants : services de repas, services d'assistance personnelle, soins infirmiers, services d'aide domestique, services de sécurité ou services de loisirs, dont, au minimum, soit les services d'assistance personnelle soit les soins infirmiers (Gouvernement du Québec 2013). Selon l'enquête de la Société canadienne d'hypothèques et de logement (B) (2015), le service le plus communément offert est le système d'appel 24h qui entre dans la catégorie des services de sécurité, soit dans 99% des résidences, alors que les services de trois repas par jour sont offerts dans plus de 66% des résidences. Les services médicaux ou de soins infirmiers le sont dans environ 50% des résidences privées.

Le tableau 1.1 présente les différents milieux de vie collectifs au Québec et leurs principales caractéristiques alors que la figure 1.1 présente la répartition des places disponibles pour les personnes âgées à travers ces ressources.

Tableau 1.1 : Différents milieux de vie collectifs des personnes âgées au Québec.

Milieu de vie collectif	Hébergement	Gouvernance	Exploitée par	Résidents/ usagers
CHSLD public et privé conventionné	Centre d'hébergement	Ministère de la Santé et des Services sociaux	Ministère de la Santé et des Services sociaux ou propriétaire indépendant	Adultes handicapés et personnes âgées avec perte d'autonomie sévère référés par un établissement de santé
CHSLD privé non conventionné	Centre d'hébergement	Entreprise privée	Propriétaire indépendant	Adultes handicapés et personnes âgées avec perte d'autonomie sévère recrutés par le propriétaire
Ressource intermédiaire	Milieu de vie adapté aux besoins des usagers (ex. appartement supervisé, résidence de groupe)	Ministère de la Santé et des Services sociaux ou agence reconnue par le gouvernement	Travailleur autonome, personne morale ou société de personnes	Adultes handicapés et personnes âgées avec perte d'autonomie légère à modérée référés par un établissement de santé
Ressource de type familial	Résidence d'accueil (maison privée)	Ministère de la Santé et des Services sociaux	Personnes qui accueillent à leur lieu principal de résidence	Adultes et personnes âgées avec perte d'autonomie légère à modérée référés par un établissement de santé (max. 9)
Résidence privée pour personnes âgées	Immeuble d'habitation collective	Entreprise privée	Propriétaire indépendant	Personnes âgées avec perte d'autonomie légère à modérée recrutées par le propriétaire



Tiré des *Cahiers de recherche de l'Institut économique de Montréal* (Labrie 2015), figure 1-1
Répartition du nombre de places selon le type d'hébergement pour personnes âgées, Québec, 2013-2014

Figure 1.1 : Répartition du nombre de places selon le type de milieux de vie collectifs pour personnes âgées au Québec.

La situation est similaire aux États-Unis où les personnes âgées de 65 ans et plus souhaitant ou nécessitant de l'assistance à long terme dans l'une ou plusieurs de leurs AVQ et AIVQ se retrouvent dans un milieu de vie collectif. Il existe différents types de milieux de vie qui accueillent des personnes âgées, notamment les hospices, les résidences de soins (*residential care*), les maisons de soins (*nursing home*) dont les résidents ont des atteintes fonctionnelles plus ou moins importantes. Par exemple, une enquête révèle que 96,1% des résidents des maisons de soins avaient besoin d'aide pour prendre un bain ou une douche. Dans cette même catégorie de résidence, 48,5% des résidents avaient la maladie d'Alzheimer ou type de démence et une même proportion présentait des symptômes de dépression (Harris-Kojetin L, Sengupta M et al. 2013). Comme au Québec et au Canada, les services offerts dans les résidences aux États-Unis

varient beaucoup, mais les plus communs sont les services d'assistance reliée aux soins de santé et à l'accomplissement des AVQ (Harris-Kojetin L, Sengupta M et al. 2013).

Ce portrait laisse sous-entendre que les personnes résidant dans des milieux de vie collectifs pour aînés vivent ou ressentent un déclin dans leur état de santé qui risque de se poursuivre. Ainsi, il s'avère important d'offrir à cette population des moyens pour maintenir leur santé ou du moins freiner le déclin afin qu'elle demeure le plus autonome possible le plus longtemps possible.

Afin d'alléger le texte, le terme résidence ou résidence pour personnes âgées (RPA) sera dorénavant utilisé pour faire référence à tous les types de milieux de vie collectifs pour personnes âgées dont la structure peut différer d'un pays à l'autre.

1.2 Processus du vieillissement et déclin fonctionnel de la personne âgée

1.2.1 Concepts généraux

Bien des personnes vivent dans un état plus ou moins morbide, et la population âgée, notamment celle en résidence, en est particulièrement affectée. La morbidité se définit comme un « état de maladie, de déséquilibre psychique ou mental plus ou moins profond », c'est-à-dire qu'elle représente un état qui est le résultat de la maladie (Centre national de la recherche scientifique 2012). La morbidité se retrouve à l'opposé de la santé qui, elle, se définit comme « un état de complet bien-être physique, mental et social, et ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité » (Organisation mondiale de la Santé 1946). Bien qu'il soit possible de maintenir la santé à travers les années, il n'en demeure pas moins que l'âge est le facteur de risque de maladies le plus important. Le processus de vieillissement se définit par la détérioration des propriétés fonctionnelles des cellules, des tissus et des organes (Fedarko 2011) et

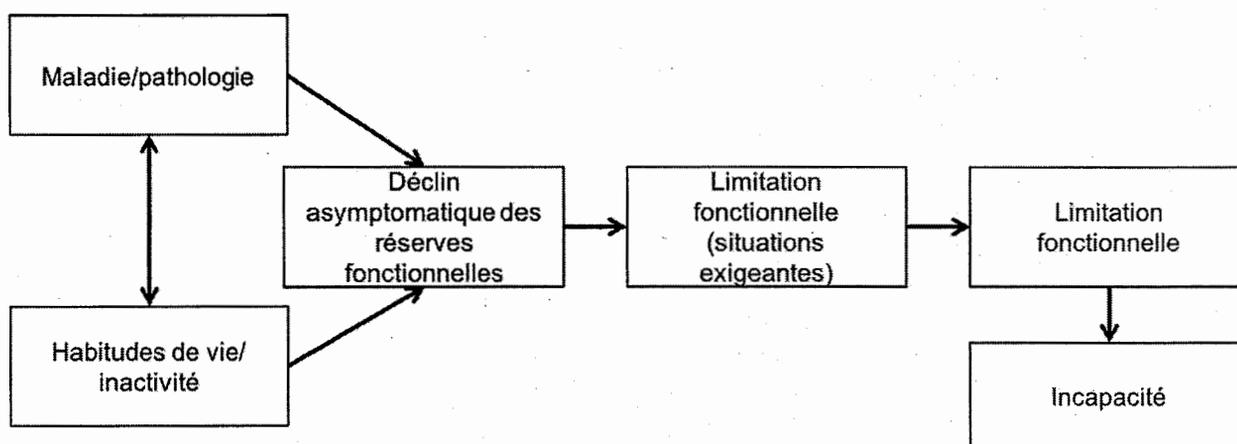
a pour effet d'altérer les capacités fonctionnelles et relationnelles. Ce processus naturel débute une fois que l'organisme a atteint sa maturité, vers l'âge de 30 ans pour certains organes comme les muscles, et est souvent rattaché à une réduction de la santé en raison des déficits cognitifs (Glisky 2007) et physiques (Spirduso 2005) qui lui sont associés. Certes, les réserves fonctionnelles des individus sont appelées à diminuer avec l'âge, résultat d'un processus à la fois génétique et environnemental, ce déclin ne se produit pas à la même vitesse et de la même façon pour tous. Selon l'évolution du processus, il est possible de placer le vieillissement sur un spectre allant de « réussi » à « pathologique » en passant par le vieillissement « normal » (également appelé habituel ou usuel), une classification largement utilisée et acceptée dans la littérature (Trivalle 2000). Le vieillissement pathologique est caractérisé par la présence d'une ou plusieurs pathologies, souvent chroniques et/ou évolutives, qui place la personne dans une situation de dépendance. Le vieillissement normal, quant à lui, est caractérisé par des atteintes physiologiques, altérant certaines fonctions, mais une absence de pathologie. Le vieillissement réussi, concept introduit par Rowe and Kahn (1987), est également caractérisé par l'absence de pathologie, mais s'en distingue dans la mesure où il correspond à des pertes physiologiques minimales, voire nulles. Dans le processus normal, les facteurs extrinsèques tels que les habitudes alimentaires, le niveau d'activité physique et le niveau d'éducation, pour ne nommer que ceux-là, accentuent ou aggravent les effets du vieillissement, alors qu'ils ont un effet nul ou positif dans le processus réussi (Rowe and Kahn 1997). De façon globale, selon Spirduso (2005), seulement 5% de la population âgée présente une excellente ou bonne condition physique, ce qui correspond au profil de vieillissement « réussi ». La majorité, soit plus de 70%, de personnes âgées sont autonomes et ont un vieillissement dit « normal », alors que 5% se retrouverait dans la catégorie non autonome, donc avec un processus de vieillissement « pathologique ». Quant aux 20% restant, ils se retrouvent à un endroit ou un autre sur le spectre, soit quelque part entre le vieillissement « réussi » et « normal » ou entre le vieillissement « normal » et « pathologique » (Spirduso 2005). Il est important de noter que ces données touchent les personnes âgées en général, mais

que le niveau d'autonomie diminue considérablement avec l'âge. Au Québec, selon l'enquête sur la santé dans les collectivités canadiennes de 2009-2010, 11,7% des personnes de 65 à 74 ans ont déclaré ne pas être entièrement autonomes, c'est-à-dire qu'elles avaient besoin d'aide dans l'accomplissement de leurs activités quotidiennes. Cette proportion augmente à 28,3% chez les 75 à 84 ans et à 59,7% chez les 85 ans et plus (Camirand 2012).

Les personnes âgées présentent une vulnérabilité accrue en raison de la diminution de leurs réserves fonctionnelles qui affaiblit leur capacité d'adaptation aux stress internes et environnementaux (Rolland, Benetos et al. 2011). De façon générale, la stabilité de l'organisme est maintenue par un système allostatique. Comme le décrit McEwen (1998), l'organisme s'adapte aux différentes situations par des réponses physiologiques complexes. Cependant, avec l'âge, cette capacité d'adaptation diminue. De ce fait, une charge, même minime, sur le système physiologique peut perturber l'équilibre. Ce phénomène est exacerbé lorsqu'un individu vit des stress sur de longues périodes ou lors de situations nouvelles. C'est souvent le cas chez la personne âgée qui vit une situation stressante, comme une maladie, une blessure, la perte d'un conjoint, etc. Comme le vieillissement normal pose déjà un défi au système allostatique, une telle situation peut tenir lieu d'élément déclencheur et imposer une surcharge à l'organisme, ce qui entraîne parfois la personne dans une spirale dont il est difficile de sortir.

Il est possible de comprendre, à l'aide du modèle de Spirduso (2005), le processus qui mène la personne âgée vers un état d'incapacité, temporaire ou permanent, et donc vers une perte d'autonomie. Ce modèle (voir figure 1.2) adapté de celui de Rikli and Jones (1999) lui-même adapté de Nagi (1991) illustre bien comment le vieillissement peut tracer et accélérer la trajectoire vers l'incapacité à la perte d'autonomie. Selon celui-ci, la maladie et les habitudes de vie peuvent favoriser le déclin des réserves fonctionnelles, ce qui peut mener à un déficit. Initialement, ce déficit pourra mener à

des limitations fonctionnelles, c'est-à-dire d'abord des limitations qui se feront sentir que dans des situations plutôt exigeantes. Cependant, le déconditionnement peut se poursuivre et mener à des limitations fonctionnelles plus importantes se faisant sentir dans l'accomplissement des activités de la vie quotidienne, et éventuellement mener à l'incapacité d'accomplir ces activités.



Modèle tiré de Spirduso (2005) adapté par Rikli and Jones (1999) et Nagi (1991) (traduction libre)

Figure 1.2 : Modèle de limitation et d'incapacité.

Le concept de limitation fonctionnelle se décrit comme les restrictions qui limitent une personne dans la réalisation d'actions mentales et physiques (Stuck, Walthert et al. 1999). Il fait référence au terme « fonctionnement » qui renvoie à l'ensemble des fonctions de la personne, qu'elles soient liées aux fonctions organiques ou à l'accomplissement de ses activités, incluant sa participation sociale (Jamet 2003). L'incapacité se définit quant à elle, selon Verbrugge and Jette (1994), comme une difficulté à accomplir des AVQ, telles que se nourrir, se laver, se déplacer, etc. ainsi que des AIVQ, telles que communiquer, faire ses achats, préparer ses repas, faire des

tâches domestiques, etc. Par exemple, la présence de nombreuses pathologies chez la personne âgée peut mener à une limitation fonctionnelle au niveau de la marche, ce qui la restreint dans les distances qu'elle peut parcourir. Cette limitation peut également mener à une incapacité à se rendre au marché pour faire ses courses.

Même si les concepts de limitation fonctionnelle et d'incapacité sont distincts, la revue systématique de Stuck, Walthert et al. (1999) révèle que la plupart des études les interchangent. Ces auteurs proposent d'utiliser le terme « *functional status decline* » qui, mot pour mot, signifie un déclin de l'état fonctionnel. En français, on retrouve dans la littérature les termes « déclin fonctionnel » (Rolland, Benetos et al. 2011) et « incapacité fonctionnelle » (Lefrançois, Dubé et al. 2003) pour décrire à la fois les difficultés associées à la réalisation de certaines actions de base et l'accomplissement des AVQ/AIVQ.

Chez la population âgée, l'incapacité fonctionnelle est généralement de nature épisodique et dynamique, c'est-à-dire qu'elle comporte des périodes de transition nombreuses et variées entre un état d'autonomie et d'incapacité. Une étude menée par Hardy, Dubin et al. (2005) démontre effectivement que des situations menant à une limitation fonctionnelle ou même à une incapacité peuvent avoir différentes issues. Alors que certaines personnes récupèrent bien et rapidement à la suite d'un traumatisme mineur, une fracture par exemple, d'autres développent une incapacité fonctionnelle sévère (Sirois, Émond et al. 2013). D'autres encore se retrouvent dans une situation d'incapacité fonctionnelle sévère sans élément déclencheur apparent (Hardy, Dubin et al. 2005). C'est donc dire que la trajectoire de la personne âgée est hétérogène. Les facteurs de risque menant au déclin fonctionnel sont nombreux et complexes. Plusieurs problèmes de santé tels que les maladies cardio-vasculaires, les blessures, les problèmes de vision, le diabète, l'ostéoporose et l'arthrite sont plus susceptibles d'ouvrir la voie à un déclin fonctionnel et de mener à une incapacité (Stuck, Walthert

et al. 1999). D'autres facteurs ont également été répertoriés: la dépression (Penninx, Guralnik et al. 1998), la prise de médicaments (Ziere, Dieleman et al. 2006), un historique de chutes (Tinetti and Williams 1998), un indice de masse corporelle à risque (très haut ou très bas) (Larrieu, Peres et al. 2004), un faible nombre ou une diminution des liens sociaux (Unger, McAvay et al. 1999), un faible niveau d'activité physique (Paterson and Warburton 2010), et particulièrement une altération de la fonction musculaire (Goodpaster, Park et al. 2006). Il semble que ce soit surtout la présence de plusieurs problèmes de santé, en l'occurrence deux ou plus, qui aggrave la situation (Colon-Emeric, Whitson et al. 2013). L'ampleur de l'impact sur l'autonomie dépend notamment des stratégies d'adaptation adoptées par l'individu, mais également de l'interaction entre ses problèmes de santé.

1.2.2 Importance de la fonction musculaire

Il existe un lien bien établi entre le déclin fonctionnel de la personne âgée et le déclin de la fonction musculaire (Fielding, Vellas et al. 2011). Bien que les chercheurs aient noté depuis longtemps une perte de masse musculaire et des conséquences sur les capacités fonctionnelles des individus à mesure qu'ils progressent en âge, ce n'est qu'en 1989 que Rosenberg (1989) propose le terme sarcopénie pour décrire ce phénomène. D'origine grecque, sarcopénie signifie pauvreté (*penia*; *πενία*) de la chair (*sarx*; *σάρξ*). L'identification de ce phénomène et l'adoption d'un terme pour le nommer s'est traduit par un intérêt accru de la part de communauté scientifique qui a cherché à l'expliquer et à le comprendre. Plusieurs études se sont penchées sur ce changement de composition corporelle important chez l'adulte vieillissant. On note un gain de masse adipeuse et une perte de masse maigre (et plus précisément du muscle squelettique). Une étude démontre qu'il y a effectivement une réduction de la masse maigre avec le vieillissement qui semble plus importante chez l'homme que chez la femme (Kyle, Genton et al. 2001). D'ailleurs, dans cette même étude, on observe que

la masse musculaire appendiculaire diminue plus rapidement que la masse maigre totale, suggérant que le déclin de la masse maigre est surtout associé à une perte du muscle squelettique. Dans une étude longitudinale auprès d'une cohorte âgée en moyenne de 61 ans au moment du recrutement, Hughes, Frontera et al. (2002) ont observé, au cours de la décennie qui a suivi, que la masse maigre des hommes avait diminué d'environ 2% (-1,2 kg) alors qu'elle était demeurée inchangée chez la femme. Selon ces mêmes auteurs, l'absence de déclin au niveau de la masse maigre observée chez la femme peut s'expliquer par les changements de la composition corporelle lors du processus de ménopause. D'une part, les auteurs suggèrent que le déclin de la masse maigre pourrait être plus important avant la ménopause. D'autre part, ils estiment que l'augmentation importante de la masse adipeuse et, par conséquent, du poids corporel post-ménopause, pourrait se traduire par une diminution de la masse maigre relative, mais par un maintien en valeur absolue. D'ailleurs, dans cette même étude, la masse adipeuse, elle, avait augmenté dans la même proportion pour les deux sexes, soit de 7,5% par décennie.

Dans une autre étude, Delmonico, Harris et al. (2009) ont observé que la masse musculaire du quadriceps, mesurée par tomographie en coupe transversale à la mi-cuisse, au sein d'une cohorte âgée en moyenne de 73 ans avait, sur une période de cinq ans, diminué de 4,9% chez les hommes et de 3,2% chez les des femmes. Par ailleurs, à travers cette étude, les chercheurs ont noté que les changements de la masse musculaire semblaient associés aux changements de poids corporel, c'est-à-dire que les personnes ayant maintenu ou perdu du poids avaient vu leur masse musculaire diminuée alors que ceux qui enregistraient une prise de poids avaient eu une légère augmentation de leur masse musculaire. Cela dit, cette augmentation du poids corporel a été observée chez seulement 25% des personnes suivies pendant cinq ans. Tout comme Hughes, Frontera et al. (2002), Delmonico, Harris et al. (2009) ont noté une augmentation de la masse adipeuse, plus particulièrement une infiltration de gras dans le muscle squelettique,

chez les hommes et les femmes, et ce même chez les personnes ayant maintenu ou perdu du poids. Ces phénomènes engendrent, pour les deux sexes, une perte relative de masse maigre.

Ces changements de composition corporelle observés lors du vieillissement ont des impacts importants sur la santé des personnes. En effet, la perte relative de masse maigre est étroitement associée au déclin de capacités fonctionnelles (Evans and Campbell 1993, Baumgartner, Koehler et al. 1998, Amigues, Schott et al. 2013). Ce constat est corroboré par Janssen, Baumgartner et al. (2004) qui introduisent, à partir d'un index de muscle squelettique (masse musculaire (kg)/taille (m²)), des seuils prédisant les risques d'incapacité. Néanmoins, le déclin de la masse musculaire ne semble pas à lui seul expliquer la diminution des capacités fonctionnelles observées chez les personnes âgées. En effet, on observe, avec le vieillissement, un déclin de la fonction musculaire (Goodpaster, Park et al. 2006), défini par la capacité à transformer, à partir de substrats énergétiques, l'énergie biochimique en énergie mécanique, c'est-à-dire à générer de la force (Institut national de la santé et de la recherche médicale 2008). La force est déployée lors de la contraction musculaire, une action essentielle au maintien de la posture, à la locomotion et à tout mouvement corporel, lui-même essentiel à l'accomplissement de toute activité (Allard 2011).

Alors que certains chercheurs font un lien entre le déclin de la masse et de la force musculaires, d'autres chercheurs préfèrent dissocier ces phénomènes et mettent de l'avant l'idée qu'il n'y a pas nécessairement de cause à effet entre les deux. Ainsi, le terme dynapénie (δύναμις; dynamis, qui signifie force en grec), originalement proposé par Clark and Manini (2008), est employé dans la littérature pour définir le processus de perte de force musculaire liée au vieillissement. Cette faible force musculaire a des effets délétères sur les capacités fonctionnelles (Brill, Macera et al. 2000). Ainsi, le haut risque d'incapacité des personnes âgées pourrait être expliqué par

le fait qu'elles ont une faible force musculaire plutôt que par leur masse musculaire réduite (Visser, Goodpaster et al. 2005). La prévalence du déclin de force musculaire est d'ailleurs plus importante que celle du déclin de la masse musculaire. En effet, lors d'un suivi de trois ans auprès d'une cohorte de 1880 personnes dont l'âge moyen était de 73,5 ans, Goodpaster, Park et al. (2006) ont enregistré une diminution trois fois plus importante de la force comparativement à la masse musculaire. Par ailleurs, ce déclin de la force s'est avéré présent même chez les personnes qui avaient maintenu ou augmenté leur masse musculaire. Cela soutient l'idée que les composantes de masse et de force peuvent être dissociées, c'est-à-dire que le déclin de la force n'est pas nécessairement expliqué par le déclin de la masse musculaire.

Dans l'étude du déclin de la fonction musculaire, certains chercheurs ciblent plus précisément la puissance musculaire, c'est-à-dire la force déployée par le muscle multipliée par sa vélocité, pour expliquer les changements observés (Delmonico, Harris et al. 2009). Le déclin de la puissance musculaire se produirait encore plus rapidement que celui de la force à elle seule, et sa diminution serait encore plus étroitement liée à la perte de capacités fonctionnelles (Foldvari, Clark et al. 2000, Suzuki, Bean et al. 2001). Finalement, d'autres études démontrent que la qualité musculaire (force musculaire/unité de masse musculaire) est également un indice important pour prédire le déclin des capacités fonctionnelles chez les personnes âgées (Hairi, Cumming et al. 2010, Barbat-Artigas, Rolland et al. 2013). À cet égard, la qualité musculaire pourrait expliquer le déclin des capacités fonctionnelles observé chez les adultes âgés obèses, qui ont généralement une masse musculaire plus importante que les non-obèses, mais dont la fonction de force reste affectée (Barbat-Artigas, Pion et al. 2014).

Les connaissances sur les liens qui existent entre la masse et la force musculaires et les capacités fonctionnelles chez les personnes âgées a fait évoluer la définition du terme sarcopénie. Le *European Working Group on Sarcopenia in Older People* (EWGSOP)

utilise dorénavant le terme sarcopénie pour décrire l'ensemble de ces phénomènes. Ainsi, la sarcopénie est aujourd'hui définie comme « un syndrome caractérisé par une perte progressive et généralisée de la masse et de la force musculaires, associée à une baisse des performances physiques, pouvant mener à des incapacités physiques, une détérioration de la qualité de vie et même la mort » (traduction libre) (Cruz-Jentoft, Baeyens et al. 2010). D'autres chercheurs complètent cette définition en mentionnant dans la définition que « les causes de la sarcopénie sont multifactorielles et peuvent inclure l'inactivité, un changement dans les fonctions endocriniennes, les maladies chroniques, une inflammation, une insulino-résistance et des déficits nutritionnels » (Fielding, Vellas et al. 2011).

Selon l'EWGSOP, il y aurait trois stades au syndrome de sarcopénie: la présarcopénie, la sarcopénie, la sarcopénie sévère. Chaque stade est défini par la présence d'une perte de masse musculaire et de la diminution d'au moins une fonction, soit la force musculaire ou la capacité physique (Cruz-Jentoft, Baeyens et al. 2010). La capacité physique comprend la capacité à accomplir certaines tâches fonctionnelles telles que marcher (mesurée notamment par la vitesse de marche), se lever et s'asseoir, monter des escaliers, etc. Le tableau 1.2 ci-dessous reprend les critères de classification de la sarcopénie telle que définie par Cruz-Jentoft, Baeyens et al. (2010)

Tableau 1.2 : Critères de classification des stades de la sarcopénie selon l'EWGSOP.

	Masse musculaire	Fonction musculaire			
		Force musculaire		Capacité physique	
Présarcopénie	↓				
Sarcopénie	↓	et	↓	ou	↓
Sarcopnie sévère	↓	et	↓	et	↓

Tiré de l'*European Working Group on Sarcopenia in Older People* (Cruz-Jentoft, Baeyens et al. 2010)

Pour Manini and Clark (2012), le déclin de la force musculaire, soit la dynapénie, doit demeurer l'enjeu central, car c'est ce facteur qui semble expliquer le mieux la perte de capacités fonctionnelles des personnes âgées. La perte de masse musculaire, selon eux, contribue à la perte de force et non l'inverse.

Quoiqu'il en soit, le déclin de la fonction musculaire qui se produit avec l'âge peut être expliqué par des phénomènes qui se produisent au niveau du système musculaire et au niveau du système nerveux. En effet, on observe une modification cellulaire, anatomique ou physiologique du muscle squelettique ou des structures avec lesquelles il interagit (Frontera, Hughes et al. 2000). Cela peut se traduire par une diminution de la masse, de la force et de la qualité musculaire (Hairi, Cumming et al. 2010). Les mécanismes impliqués dans le processus d'atrophie musculaire ne sont pas encore complètement élucidés, mais des hypothèses sont avancées, notamment le déséquilibre entre la dégradation et la synthèse des protéines qui s'explique, selon Cuthbertson, Smith et al. (2004), par une baisse de la sensibilité à la présence d'acides aminés ainsi que par l'épuisement progressif des cellules satellites responsables de l'entretien et de la réparation des muscles, selon Berquin and Plaghki (2003). Évidemment, l'inactivité à elle seule peut aussi contribuer à cette atrophie (Evans and Campbell 1993). D'autres phénomènes liés au vieillissement peuvent aussi réduire la masse et altérer la fonction musculaire. Les dysfonctions mitochondriales résultant, selon Short, Bigelow et al. (2005), de la réduction du contenu et de l'activité mitochondriale, ainsi que les changements hormonaux, plus spécifiquement la baisse de testostérone chez l'homme (Baumgartner, Waters et al. 1999, Morley 2003) et possiblement d'œstrogène chez la femme (Messier, Rabasa-Lhoret et al. 2011), peuvent contribuer à ce déclin.

Les capacités contractiles du muscle peuvent également être affectées et ainsi diminuer son efficacité lors de la contraction. Cette baisse des capacités contractiles peut être causée par une altération du couplage excitation-contraction, ou plus précisément du découplage (Payne and Delbono 2004) ou par une transformation des types de fibres musculaires, soit une réduction de leur taille et leur nombre (Andersen 2003). Des auteurs rapportent une réduction de leur densité capillaire (Frontera, Hughes et al. 2000) alors que d'autres ont observé un changement dans l'architecture du muscle, soit une diminution de la longueur des faisceaux musculaires et de l'angle de pennation des fibres (Narici, Maganaris et al. 2003) ainsi qu'une altération des propriétés élastique des tendons (Narici and Maganaris 2006) qui affectent la fonction musculaire. La capacité affaiblie du système nerveux central à activer les muscles pourrait également mener également à une baisse du recrutement des fibres et à une réduction de la fréquence de décharge des motoneurones (Klass, Baudry et al. 2008). Des études indiquent aussi qu'avec le vieillissement, on observe une réduction de la taille des axones myélinisés et même une démyélinisation de ces derniers, ce qui affecterait la vitesse de conduction et, par conséquent, la fonction musculaire (Aagaard, Suetta et al. 2010). Finalement, dans sa revue de littérature, Walston (2012) mentionne que de récentes études pointent la dégradation de la jonction neuromusculaire (menant à une dénervation du muscle) ainsi que l'apoptose des cellules musculaires comme facteurs contribuant à la perte de tissu et au déclin de la fonction musculaire au cours du vieillissement.

Il s'avère difficile de faire état de la prévalence de la sarcopénie, entendue ici au sens large incluant le déclin de la masse et de la fonction musculaires, car les différentes études ne font pas toujours référence à la même définition et aux mêmes normes. Cependant, dans leur revue systématique, Cruz-Jentoft, Landi et al. (2014) ont déterminé, à partir de 15 études retenues, que la prévalence se situait de 1% à 29% chez les personnes âgées vivant dans la communauté. Seules deux études ont été retenues

par les auteurs pour déterminer la prévalence de la sarcopénie chez les personnes vivant dans des RPA; cette dernière se situerait entre 14% et 33%. Selon une récente étude de Ethgen, Beaudart et al. (2017), le nombre de cas de sarcopénie augmentera de façon considérable au cours des trois prochaines décennies en raison de la situation démographique.

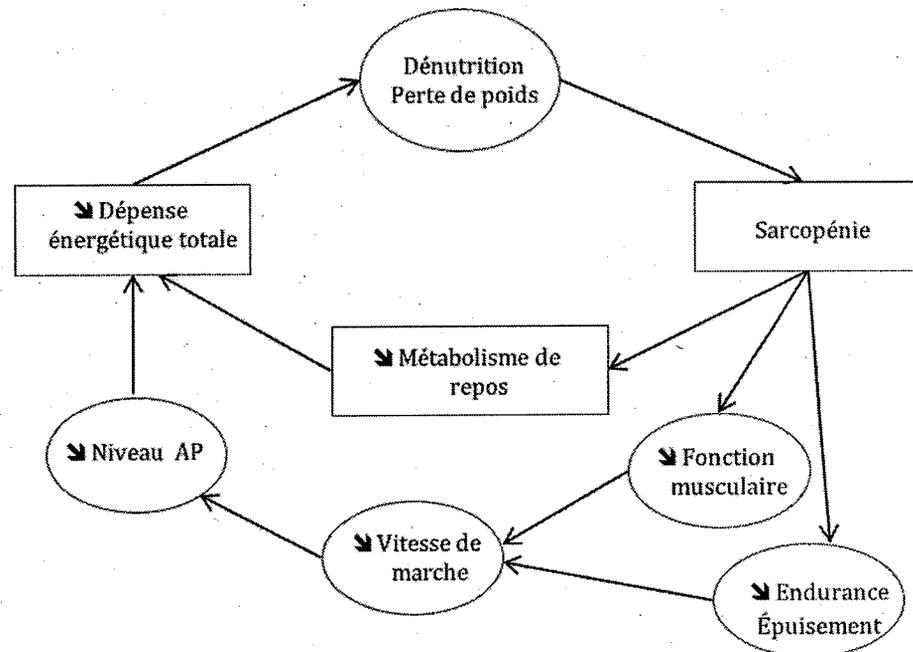
Ce phénomène de déclin de la fonction musculaire a des impacts sur l'autonomie des personnes âgées. En effet, une diminution de la force musculaire des membres inférieurs peut réduire la capacité d'une personne à se lever de sa chaise et à marcher et, par conséquent, entraver sa capacité à accomplir ses tâches ménagères ou faire ses courses de façon autonome. Et s'il est vrai que le déclin de la fonction musculaire augmente les risques d'incapacité, il en ressort de l'étude de Hardy, Dubin et al. (2005), et de bien d'autres (Leveille, Wagner et al. 1998, Fried, Tangen et al. 2001), que ceux-ci sont encore plus importants chez les personnes que l'on dit fragiles (ou frêles).

1.2.3 Fragilité, prélude au déclin fonctionnel et à la perte d'autonomie

Bien que les experts en gérontologie s'entendent pour dire que l'incapacité et la fragilité sont des concepts distincts, la littérature fait des liens étroits entre les deux. La fragilité se définit, selon Gobbens, Luijkx et al. (2010), comme « un état évolutif de pertes fonctionnelles dans plusieurs sphères de la vie (physique, psychologiques et social) causées par divers facteurs qui augmentent les risques d'événements indésirables » (traduction libre). Deux voies, non exclusives, peuvent mener à la fragilité; soit des changements physiologiques non induits par la maladie, soit la présence d'une maladie sévère et/ou de comorbidités (Fried, Tangen et al. 2001). S'il est vrai que la maladie peut rendre un individu plus vulnérable et le conduire vers un état d'incapacité, tel qu'exposé précédemment à l'aide du modèle de Spirduso (2005), la pathologie à elle seule ne mène pas nécessairement à cet état clinique que l'on

nomme la fragilité. En effet, plusieurs chercheurs considèrent le déclin fonctionnel et l'incapacité comme résultant de la fragilité (Fried, Tangen et al. 2001, Carrière, Colvez et al. 2005). C'est donc dire que la fragilité peut mener aux événements indésirables qui incluent l'incapacité, la perte d'autonomie, les soins de longue durée et le décès (Fried, Ferrucci et al. 2004).

Si les causes exactes de la fragilité demeurent encore méconnues (Walston 2004), certainement en raison des multiples facteurs génétiques et environnementaux impliqués, ses caractéristiques sur le plan physique sont quant à elles reconnues. La définition exacte de fragilité ne fait pas consensus, mais ce concept réfère à la trajectoire hétérogène vers le déclin fonctionnel qu'empruntent les personnes en vieillissant (Bergman, Ferrucci et al. 2007). Aubertin-Leheudre, Woods et al. (2015) indiquent que le phénotype de la fragilité proposé par Fried, Tangen et al. (2001) est celui qui, jusqu'à présent, a retenu le plus l'attention au sein de la communauté scientifique. Le concept de la fragilité de Fried, Tangen et al. (2001) est vu comme un cycle, ou même un cercle vicieux, comprenant plusieurs composantes dont la dénutrition et la sarcopénie qui entraînent une diminution des capacités respiratoires, de la force musculaire et du niveau d'activité physique (AP) (figure 1.3). Un déclin dans l'une ou plusieurs des composantes peut avoir des effets sur toutes les autres. La maladie, qu'elle soit chronique ou aiguë, ainsi que la diminution des réserves associée au vieillissement peuvent également être présentes et exacerber ce cycle de la fragilité (Fried, Tangen et al. 2001).



Modèle tiré de Fried, Tangen et al. (2001) (traduction libre)

Figure 1.3 : Cycle de la fragilité.

Afin d'identifier les personnes se retrouvant dans ce cycle ou à risque de s'y retrouver, Fried, Tangen et al. (2001) proposent un modèle comportant cinq composantes qui permettent d'établir un indice de fragilité, appelé l'indice *Cardiovascular Health Study* (CHS). Les cinq composantes sont : 1) la perte de poids non intentionnelle, 2) une faible force de préhension, 3) un faible niveau d'énergie, 4) une lenteur à la marche et 5) un faible niveau d'activité physique. Ces composantes, évaluables à partir de critères établis par les auteurs, permettent de déterminer le statut de fragilité d'une personne et, par conséquent, ses risques de déclin fonctionnel. Dans ce modèle, les personnes qui rencontrent les critères de trois des cinq composantes sont considérées fragiles et à haut risque d'événements indésirables, celles qui en rencontrent un ou deux sont considérées dans un stade intermédiaire ou pré-fragile et présentent un risque modéré alors que celles qui ne rencontrent aucun critère sont considérées robustes et à faible risque.

Bien que cet indice de la CHS ait été validé, il est jugé cliniquement difficile à administrer (Ensrud, Ewing et al. 2008). Un modèle simplifié a été introduit par Ensrud, Ewing et al. (2008). Celui-ci est fondé sur trois composantes qui permettent d'établir un indice de fragilité : 1) la perte de poids, 2) l'incapacité à se lever d'une chaise cinq fois et 3) un faible niveau d'énergie. D'abord testé auprès d'une cohorte de femmes (Ensrud, Ewing et al. 2008) ensuite d'hommes (Ensrud, Ewing et al. 2009), il s'avère que cet indice peut prédire les risques d'événements indésirables de façon similaire à l'indice CHS, plus précisément les risques liés aux chutes, aux incapacités, aux fractures et au décès. Dans le cas de cet indice, appelé *Study of Osteoporotic Fractures* (SOF), un résultat positif aux trois critères indique que la personne est considérée fragile. Lorsqu'elle répond à deux des trois critères elle est considérée pré-fragile et à aucun des critères, elle est dite non-fragile ou robuste.

Comme l'observent Aubertin-Leheudre, Woods et al. (2015), les définitions actuelles du concept de fragilité reposent surtout sur des paramètres physiques et semblent négliger les paramètres cognitifs qui, eux aussi, sont associés à l'état de vulnérabilité des personnes âgées aux événements indésirables. L'inclusion de paramètres cognitifs dans l'évaluation de l'état de fragilité des personnes pourrait permettre de mieux cerner celles qui sont les plus à risque d'événements indésirables, comme l'ont démontré Ávila-Funes, Amieva et al. (2009), et de développer des interventions visant la prévention du déclin. Des chercheurs ont récemment tenté de définir la fragilité cognitive en déterminant que pour être qualifiée ainsi on devait observer chez la personne la présence d'une fragilité physique et de dysfonctions cognitives, mais une absence de démence (Kelaiditi, Cesari et al. 2013). Cependant, comme le mentionnent Kelaiditi, Cesari et al. (2013) ainsi que Aubertin-Leheudre, Woods et al. (2015), les outils de détection cliniques qui prennent en considération la sphère cognitive restent à être développés.

Comme l'évaluation de l'état de fragilité ne repose pas sur des critères et des normes communs, il est difficile de déterminer avec précision la prévalence des personnes fragiles dans la société. Quelques données sont tout de même disponibles. Selon une revue de littérature incluant des études publiées de 1998 à 2010 (Collard, Boter et al. 2012), 11% des personnes vivant dans la collectivité seraient fragiles et 42% seraient pré-fragiles. De plus, ces études indiquent que la prévalence de la fragilité augmente avec l'âge, affectant 20 à 30% des personnes de plus de 75 ans (Collard, Boter et al. 2012). Ces données sont similaires à celles du Canada. En effet, une étude de Statistique Canada (Hoover, Rotermann et al. 2013) révèle que 24% des Canadiens de 65 ans et plus vivant dans la collectivité sont jugés fragiles alors que 32% sont jugés pré-fragiles. En adéquation avec les données précédentes, au Canada, la prévalence de la fragilité augmente avec l'âge pour atteindre 16%, 27% et 52% chez les groupes âgés de 65 à 74 ans, de 75 à 84 ans et de 85 ans et plus, respectivement (Hoover, Rotermann et al. 2013). Comme il a été démontré que la fragilité augmente les risques de décès, mais aussi d'incapacité et de perte d'autonomie, on peut s'attendre à ce qu'une proportion importante des personnes âgées au Canada nécessite un soutien dans l'accomplissement de leurs AVQ et AIVQ. Ceci étant dit, il est possible, par l'activité physique, de contribuer à freiner le déclin fonctionnel et de prévenir ou de réduire l'état de fragilité, comme il le sera démontré ci-dessous.

1.3 Activité physique et personnes âgées

1.3.1 Niveau d'activité physique de la personne âgée

Même s'il est reconnu que l'activité physique peut avoir des effets positifs sur la santé des personnes âgées, comme il sera démontré plus bas, une proportion importante d'entre elles sont peu ou pas actives physiquement. En effet, une enquête québécoise sur l'activité physique et la santé de 1998 (Nolin, Prud'homme et al. 2002) a indiqué

que 36,5% des hommes et 44,5% des femmes de 60 ans et plus étaient actifs. Cette enquête québécoise révèle qu'entre 1993 et 1998 la proportion d'aînés « actifs » a diminué considérablement (-18,5% chez les hommes et -9,5% chez les femmes) et que celle des « très peu actifs ou pas actifs » a augmenté considérablement (+10,6% chez les hommes et +6,7% chez les femmes). Toutefois, elle ne reflète pas la situation par rapport aux lignes directrices en matière d'activité physique en vigueur aujourd'hui. En effet, selon l'enquête canadienne sur les mesures de la santé de 2012 et 2013 (Statistique Canada 2015), seulement 12% des adultes âgés de 60 à 79 ans rencontraient les normes recommandées par la Société canadienne de physiologie de l'exercice (2012) soit 150 minutes d'activité physique d'intensité modérée ou vigoureuse par semaine. Cependant, on remarque que Statistique Canada ne présente pas de données sur le niveau d'activité physique des 80 ans et plus. Une étude de Troiano, Berrigan et al. (2008) conduite aux États-Unis mesurant l'activité physique de façon objective (à l'aide d'un accéléromètre) révèle que seulement 2,4% des 60 ans et plus atteignent les normes de l'American College of Sports Medicine, soit 150 minutes d'activité physique d'intensité modérée à vigoureuse par semaine, en période continue d'au moins 10 minutes et que cette proportion augmente à 7,6% si l'on additionne toutes les minutes et non seulement les périodes comptant minimalement 10 minutes d'activité.

Il y a une grande différence entre ces résultats qui peut être expliquée par plusieurs éléments. D'abord, les données de l'enquête québécoise sur l'activité physique et la santé de 1998 proviennent d'un sondage sur l'activité physique auto-déclarée alors que celles de l'enquête canadienne sur les mesures de la santé de 2012 et 2013 et celles de Troiano, Berrigan et al. (2008) des États-Unis, elles, ont été obtenues par mesure indirecte mais objective, soit l'accélérométrie. La première méthode (auto-déclarée) surestime parfois les résultats, alors que la deuxième (accélérométrie) est considérée plus juste (Garriguet, Tremblay et al. 2015), ce qui peut expliquer la différence de prévalence. Par ailleurs, les niveaux d'activité physique ne sont pas définis de la même

façon. Les données de l'enquête québécoise sur l'activité physique et la santé de 1998 sont basées sur un calcul de l'indice de dépense énergétique et des critères de classification développés par les auteurs de l'enquête. Selon leur définition, l'intensité de l'activité est mesurée en équivalent métabolique (MET) au-delà du métabolisme de base et est ajustée en fonction de l'âge. Rappelons que 1 MET correspond à une consommation de 3,5 ml d'oxygène.kg⁻¹.min⁻¹. Pour être jugée « active », une personne de 60 à 69 ans devait rapporter faire des activités d'une intensité d'au moins 4,2 METS à raison de 3 fois ou plus par semaine ou des activités d'une intensité d'au moins 2,6 METS à raison de 4 fois ou plus par semaine. Pour les plus âgés, la fréquence hebdomadaire de référence est la même, mais l'intensité exigée était de 3,8 et 2,4 METS pour les 70 à 79 ans et elle était de 2,6 et 1,8 METS pour les 80 ans et plus.

Les données de l'enquête canadienne sur les mesures de la santé de 2012 et 2013 et celle étatsunienne de Troiano, Berrigan et al. (2008) font quant à elles référence aux recommandations nationales en matière d'activité physique. Malgré une méthode de mesure objective dans les deux études, soit l'accélérométrie, il y a un écart entre le pourcentage de Canadiens et d'Étatsuniens de 60 ans et plus qui rencontrent les recommandations nationales, soit 12% et 7,6% respectivement. Cela peut s'expliquer par l'inclusion des 80 ans et plus dans l'étude étatsunienne alors qu'ils ne faisaient pas partie de l'étude canadienne.

Ceci étant dit, les recommandations nationales sont pratiquement les mêmes. Au Canada, ces recommandations sont diffusées par la Société canadienne de physiologie de l'exercice (SCPE) avec le soutien de l'Agence de la santé publique du Canada. Elles ont été développées pour mettre à jour les lignes directrices anciennement publiées dans le Guide d'activité physique canadien. Ces recommandations sont disponibles par groupe d'âge, incluant celui des adultes de 65 ans et plus. Basé sur des données scientifiques plus récentes, le processus de développement de ces recommandations a

débuté en 2006 et les lignes directrices à jour ont été émises en 2011 (Tremblay, Warburton et al. 2011). Elles stipulent que les adultes de 65 ans et plus devraient faire chaque semaine 150 minutes d'activité physique d'intensité modérée à vigoureuse, par séance d'au moins 10 minutes (Société canadienne de physiologie de l'exercice 2012). Par modérée, on entend une activité réalisée à une intensité de 3 à 6 METS alors que vigoureuse correspond à une activité physique de plus de 6 METS. Ces valeurs de référence incluent le métabolisme de base estimé à 1 MET. On recommande également d'intégrer des exercices de renforcement deux fois par semaine. Il s'agit de recommandations qui, selon les données probantes, peuvent réduire de façon significative les risques de maladies chroniques et de décès prématuré (Paterson and Warburton 2010). L'adhésion à ces lignes directrices contribue au maintien de l'autonomie et à la mobilité de même qu'à l'amélioration de la condition physique générale, de la santé des os, de la composition corporelle, de la santé mentale et des fonctions cognitives (Tremblay, Warburton et al. 2011). De façon encore plus précise, on estime qu'un volume de 150 à 180 minutes par semaine d'activité physique de type aérobie à une intensité modérée à moyennement vigoureuse (correspondant à 3,3 à 4,2 METS) serait associé à une réduction de 30% à 50% des risques de morbidité, de mortalité et de perte d'autonomie, alors que des volumes et des intensités plus importants pourraient réduire ce risque encore davantage, soit d'environ 60% (Paterson and Warburton 2010). Selon ces chercheurs, les preuves restent à être démontrées quant au lien entre la dose précise d'activité physique en résistance/renforcement et la réduction du risque de déclin fonctionnel et d'incapacité, mais ils constatent que ce type d'exercice permet l'amélioration des capacités fonctionnelles. Il en est de même pour les effets de l'activité physique sur les fonctions cognitives. Selon eux, il est établi que la pratique d'activités physiques à long terme peut réduire les risques de démence, incluant la maladie d'Alzheimer. Cependant, dans cette revue, les auteurs (Paterson and Warburton 2010) notent que le type d'activité et le dosage qui peuvent contribuer à diminuer les risques de déclin cognitif varient, mais que l'entraînement physique, même sur une courte période, peut améliorer les fonctions cognitives des adultes en

santé. Cela est corroboré par Bherer, Erickson et al. (2013) dans leur revue de littérature. Cependant, selon eux aussi, la dose et le type précis d'activité physique pour assurer une réduction considérable des risques restent à être déterminés.

Aux États-Unis, les directives sont émises par l'American College of Sports Medicine (ACSM) et l'American Heart Association (AHA) qui recommandent aux adultes de 65 ans et plus de faire 30 minutes d'activité physique d'intensité modérée 5 jours par semaine ou 20 minutes d'activité physique aérobie d'intensité vigoureuse 3 jours par semaine. On indique aussi que les personnes âgées devraient faire 10 à 15 répétitions de 8 à 10 exercices de renforcement musculaire ainsi que des exercices de souplesse au moins 2 fois par semaine (Nelson, Rejeski et al. 2007). L'Organisation mondiale de la santé formule des recommandations légèrement différentes, mais équivalentes. Elle stipule que les personnes âgées devraient faire au moins 150 minutes d'activité d'endurance d'intensité modérée ou 75 minutes d'activité d'endurance d'intensité soutenue, par semaine. L'Organisation mondiale de la santé (2010) recommande d'ajouter à cela des activités de renforcement musculaire deux fois par semaine. Dans toutes les recommandations, il est indiqué que l'activité physique doit être adaptée à la personne, son état de santé et ses limitations.

Étant donné qu'une majorité de personnes âgées ne rencontrent pas les recommandations nationales en matière d'activité physique, il importe de se pencher sur les approches à favoriser pour les y amener. Par ailleurs, il s'avèrerait sans doute plus réaliste d'adopter une approche adaptée favorisant une augmentation progressive de la durée et de l'intensité de l'activité physique, sans quoi les recommandations fixées par les autorités nationales pourraient paraître inatteignables.

1.3.1.1 Activités physiques ou sédentarité

Même si elles ne rencontrent pas les lignes directrices en matière d'activité physique, les personnes âgées de 60 à 79 ans au Canada ne sont pas nécessairement complètement inactives. Selon cette même enquête de 2012-2013 (Statistique Canada 2015), les aînés passaient quotidiennement en moyenne 14 minutes à des activités physiques d'intensité modérée à vigoureuse et 193 minutes à des activités physiques d'intensité légère. Néanmoins, le temps moyen consacré à des activités sédentaires quotidiennement est beaucoup plus élevé, atteignant en moyenne 608 minutes (10 heures) pour ce même groupe d'âge. Cela représente 57% de la journée éveillée passée en état de sédentarité, si on considère qu'en moyenne 6,5 heures par jour sont consacrées au sommeil (Ohayon, Carskadon et al. 2004). On remarque d'ailleurs que le temps passé en activités sédentaires augmente avec l'âge puisqu'il était de 575 et 589 minutes par jour chez les 18 – 39 ans et les 40 – 59 ans, respectivement (Statistique Canada 2015). Ceci étant dit, chez les 60 – 79 ans, 18% de la journée serait passée en activité physique légère.

Les données recueillies dans le cadre d'une étude aux États-Unis sont semblables (Buman, Hekler et al. 2010). Les participants à cette étude ont passé quotidiennement en moyenne 12 minutes en activités physiques modérées ou vigoureuses, 22 minutes en activités physiques légères, 269 minutes à faire des activités physiques très légères et 562 minutes (9,5 heures) en activités sédentaires. Cela représente 53% de la journée éveillée passée en état de sédentarité et 27% en activité physique légère (ou très légère), si encore une fois on considère qu'en moyenne 6,5 heures sont consacrées au sommeil. Ces données sont donc similaires à celles obtenues par Seguin, Buchner et al. (2014) qui ont observé, dans un cohorte de 92 234 femmes de 64 ans en moyenne, que le temps passé en état de sédentarité était de 8,5 heures par jour, ainsi que celles obtenues par Mankowski, Aubertin-Leheudre et al. (2015) qui ont observé, dans une cohorte mixte

de 1 198 personnes âgées en moyenne de 79 ans, que ce temps se situait entre 9 et 12 heures, avec une moyenne de 11 heures par jour. L'âge des cohortes, des individus plus jeunes par rapport à des plus vieux, peut certainement expliquer la variabilité entre les résultats obtenus.

S'il ne fait plus aucun doute qu'un plus haut niveau d'activité physique procure des bienfaits, on remarque tout de même que la grande majorité de la population âgée n'y adhère pas. La plupart de la journée est passée en activité sédentaire ou d'intensité légère. Il s'avère donc intéressant d'explorer une autre voie, à savoir celle de la réduction des activités sédentaires. Celles-ci sont définies par toutes les activités qui n'augmentent pas la dépense énergétique au-delà du métabolisme de repos; dormir, être assis ou couché, regarder la télévision ou tout autre type d'écran, etc. Alors que Statistique Canada inclut les activités allant de 1 à 1,9 METS (Colley, Garriguet et al. 2011) dans la définition de sédentaire, Pate, O'Neill et al. (2008) posent la limite supérieure un peu plus basse en incluant celles d'une intensité de 1 à 1,5 METS. Selon ces derniers auteurs, les activités sédentaires se distinguent de celles dites légères dont l'intensité se situe de 1,6 à 2,9 METS. Dans les activités légères on retrouve des activités telles que cuisiner, faire la vaisselle, marcher lentement, écrire, etc. (Pate, O'Neill et al. 2008). Certains chercheurs semblent penser que l'on pourrait tirer des bénéfices à contrer l'inactivité en réduisant les périodes d'activités sédentaires. Cela s'avère une approche alternative à celle de l'intégration des périodes d'activités physiques vigoureuses qui, elle, semble avoir des effets délétères en réduisant la dépense énergétique quotidienne globale (Westerterp 2001). Certaines personnes compenseraient pour la dépense énergétique accrue pendant les courtes périodes d'activités physiques de haute intensité en adoptant un comportement plus sédentaire le reste de la journée. Il s'agit d'un élément à prendre en considération lorsque l'on souhaite amener des personnes âgées à augmenter leur niveau d'activité physique quotidien. D'autre part, on estime que les activités sédentaires présentent elles-mêmes

des risques, distincts des risques associés au manque d'exercice. Par exemple, le simple fait de demeurer assis à regarder la télévision a des effets négatifs sur le système métabolique et la santé cardiovasculaire (Hamilton, Hamilton et al. 2007). Cela est corroboré par d'autres études qui ont démontré que le temps passé en activité sédentaire était étroitement lié au risque de décès chez la femme âgée (Seguin, Buchner et al. 2014) et au risque d'avoir un syndrome métabolique chez l'adulte âgé (Mankowski, Aubertin-Leheudre et al. 2015), le syndrome étant défini comme une combinaison d'au moins trois des composantes suivantes : 1) obésité abdominale, 2) hypertension, 3) hypercholestérolémie, 4) hypertriglycéridémie et 5) hyperglycémie (Alberti, Eckel et al. 2009).

Une des pistes proposées est d'établir des recommandations visant à réduire le temps passé dans des activités sédentaires, mais surtout à augmenter le temps passé dans des activités d'intensité légère (Hamilton, Healy et al. 2008). L'idée n'est pas de ne pas respecter les directives de la SCPE, de l'ACSM et de l'OMS, leurs effets positifs ayant été amplement démontrés, mais plutôt de faire face autrement à cette problématique. D'ailleurs, il existe au Canada des directives en matière de comportement sédentaire pour les enfants et adolescents, mais pas pour les adultes (Société canadienne de physiologie de l'exercice 2012), alors que ces comportements sédentaires comportent des risques pour toutes les populations.

1.3.1.2 Situation dans les résidences pour personnes âgées

Il est difficile de dresser un portrait de la situation dans les résidences pour personnes âgées, car les études ou enquêtes visant à déterminer le niveau d'activité physique de ces personnes sont très peu nombreuses. Cependant, parmi celles publiées on observe que le niveau d'activité est généralement plus faible que dans la population âgée en général. D'abord, une étude faisant appel à des observations du comportement et un

appareil de détection de mouvement (accéléromètre) auprès de 95 résidents de cinq centres d'hébergement pour personnes âgées aux États-Unis a déterminé que les personnes avec restrictions (utilisant un appareil, du matériel ou un équipement posant des restrictions à la liberté de mouvement, un fauteuil roulant par exemple) étaient inactives, soit assis ou couchés, 93,8% du temps, alors que celles sans restriction l'étaient 83,5% du temps (MacRae, Schnelle et al. 1996). Cependant, des chercheurs estiment que la vie en résidence, c'est-à-dire le milieu de vie lui-même, aurait une influence sur le niveau d'activité physique. En effet, Cress, Orini et al. (2011) concluent que les individus qui vivent dans une résidence pour personnes âgées font environ 3000 pas de moins par jour (en excluant les pas faits dans des séances d'exercices) que ceux vivant dans la communauté. Ces résultats obtenus avec une mesure objective, soit avec un podomètre, se reflètent également dans les données auto-déclarées par les participants à cette étude. Selon les chercheurs, le milieu de vie plus restreint et la présence sur place de plusieurs services, le service de repas par exemple, ne favorisent pas la dépense énergétique des individus vivant dans des résidences pour personnes âgées. Finalement, une autre étude, celle-ci conduite auprès de 5402 aînés dans 163 résidences pour personnes âgées de la région du Midi-Pyrénées en France, a indiqué que 35,4% d'entre eux participent à des séances d'exercices (De Souto Barreto, Demougeot et al. 2015). Cependant, seulement 9% ont été jugés très actifs, c'est-à-dire qu'ils participaient à au moins 2 séances d'exercice d'au moins 30 minutes chacune par semaine sur une période de plus d'un mois. Il va sans dire que cela est encore loin des lignes directrices de la SCPE dont il a été fait mention précédemment. S'il y a place à amélioration dans le niveau d'activité physique chez les aînés en général, cela s'avère encore plus vrai chez ceux vivant dans des résidences pour personnes âgées.

1.3.2 Effets de l'activité physique chez la personne âgée

Tout d'abord, rappelons que la pratique de l'activité physique réalisée à une intensité modérée de façon régulière (presque chaque jour) réduit grandement les risques de décès ainsi que les risques de maladies cardiovasculaires (Paterson and Warburton 2010). On mentionne une réduction des risques de décès allant de 30% (Bauman 2004) à 50% (Warburton, Nicol et al. 2006) chez les personnes actives, incluant les personnes âgées. Les effets de prévention primaire de l'activité physique sur le diabète (Helmrich, Ragland et al. 1991), le cancer (Thune and Furberg 2001) et l'ostéoporose (Berard, Bravo et al. 1997) ont été démontrés à maintes reprises. Dans la plupart des cas, il y a également un effet de prévention secondaire permettant d'améliorer l'état de santé de la personne atteinte (Warburton, Nicol et al. 2006). Ces effets de l'activité physique sur la santé physique, combinés à ceux sur la santé cognitive (Bherer, Erickson et al. 2013) et le bien-être général (Rejeski and Mihalko 2001) peuvent avoir des impacts notables sur l'autonomie fonctionnelle des personnes âgées, c'est pourquoi il importe de s'y attarder.

1.3.2.1 Effets de l'entraînement en résistance sur le muscle

De façon générale, les interventions en résistance ont des effets notables sur le muscle. Tout d'abord, il a été démontré que le muscle âgé est en mesure de s'adapter à l'entraînement en résistance de façon similaire au muscle jeune (Häkkinen, Kraemer et al. 2001). L'entraînement en résistance peut faire augmenter de façon considérable la masse musculaire, mais il semble que l'ampleur des effets diffère chez les hommes et les femmes âgés (Hunter, McCarthy et al. 2004). Selon la revue de Hunter, McCarthy et al. (2004), le gain de masse musculaire à la suite d'un entraînement en résistance est en général moins grand chez les femmes. Ceci étant dit, l'hypertrophie est tout de même possible chez la femme âgée (Charette, McEvoy et al. 1991, Häkkinen, Pakarinen et al.

2001). Cependant, comme il a été expliqué que la perte de masse musculaire chez la personne âgée ne permet pas à elle seule d'expliquer la diminution des performances physiques et des capacités fonctionnelles (Clark and Manini 2008, Cruz-Jentoft, Baeyens et al. 2010), il importe de se pencher sur les effets de l'entraînement en résistance sur la fonction musculaire.

Les études répertoriées dans la revue de Hunter, McCarthy et al. (2004) démontrent qu'il est possible d'éviter ou de freiner le déclin de la fonction musculaire. En effet, selon la littérature, il ne fait aucun doute que la force peut être augmentée chez la personne âgée avec un entraînement en résistance (Chodzko-Zajko, Proctor et al. 2009). Une méta-analyse de Peterson, Rhea et al. (2010) sur les effets de l'entraînement en résistance chez les 50 ans et plus, dont la durée varie de 6 à 52 semaines (en moyenne 17,6 semaines sur les 47 études répertoriées), rapporte des gains en force musculaire se situant autour de 30% au niveau des membres inférieurs, sans différence significative entre les hommes et les femmes. Il est à noter que la majorité des participants des études analysées par ces auteurs étaient des personnes âgées en santé et sans homogénéité quant à leur niveau d'activité physique préalable (Peterson, Rhea et al. 2010).

De façon générale, les gains de force rapportés dans la littérature varient beaucoup d'une étude à l'autre, allant de moins de 25% à plus de 100%, un écart qui pourrait être en partie expliqué par la complexité du phénomène du vieillissement ainsi que par le profil du groupe à l'étude et le type d'intervention (Chodzko-Zajko, Proctor et al. 2009). Par exemple, dans une étude de Häkkinen, Kraemer et al. (2001) sur les effets de l'entraînement en résistance chez des hommes physiquement actifs âgés en moyenne de 72 ans, les chercheurs ont observé une augmentation de la force musculaire des membres inférieurs de 14 à 36% (les résultats diffèrent en fonction du mouvement effectué et du type de contraction évalué; flexion ou extension du genou, isométrique

ou concentrique). Dans une étude de Fatouros, Kambas et al. (2005), deux groupes d'hommes jugés sédentaires avant l'intervention et âgées de 70 et 72 ans ont augmenté la force musculaire maximale de leurs membres inférieurs (1 répétition maximale; 1RM) de 43 et 63%. Dans cette seconde étude, les résultats ont différé en fonction du protocole d'entraînement, plus précisément l'intensité qui était légère dans le premier groupe et élevée dans le deuxième groupe. Le protocole d'intervention est d'ailleurs une autre explication possible des écarts importants dans les effets de l'entraînement en résistance rapportés dans la littérature. En effet, dans l'étude de Fatouros, Kambas et al. (2005), non seulement les gains ont-ils été plus importants au niveau de la force maximale des membres inférieurs chez les participants ayant suivi le protocole d'entraînement d'intensité élevée par rapport à celui d'intensité légère, ils l'ont également été au niveau de la force maximale des membres supérieurs et de la puissance anaérobie. La situation est similaire chez la femme âgée, c'est-à-dire que le profil de départ et le protocole d'intervention pourraient mener à des adaptations différentes. Dans l'étude de Damush and Damush (1999), 62 femmes âgées en moyenne de 68 ans ont suivi pendant huit semaines un protocole d'entraînement en résistance avec un élastique et ont amélioré la force musculaire de leur quadriceps de 27,7%. Dans une étude de Häkkinen, Kallinen et al. (1998) dont le protocole d'entraînement en force était différent, soit d'une durée de six mois et avec des mouvements exécutés sur appareil de façon explosive, les gains en force isométrique pour le quadriceps chez les femmes d'en moyenne 67 ans ont été de 57%. De plus, Marsh, Miller et al. (2009) ont observé, dans une cohorte mixte âgée en moyenne de 75 ans et ayant de limitations fonctionnelles dans leurs AVQ, des améliorations de la force musculaire de l'ordre de 18,5% et 19,9% pour l'extension du genou à la suite d'un entraînement en résistance de type force et de type puissance, respectivement. Ainsi, nous pouvons remarquer que les améliorations en force sont possibles chez la femme âgée et chez les personnes âgées dites fragiles ou ayant certaines limitations fonctionnelles.

En ce qui concerne la fonction musculaire, la puissance est souvent considérée comme une mesure plus importante que la force en raison de son lien étroit avec les capacités fonctionnelles (Foldvari, Clark et al. 2000, Suzuki, Bean et al. 2001). En effet, une puissance musculaire minimale doit être générée pour accomplir plusieurs activités de la vie quotidienne telles que se lever d'une chaise, monter un escalier et marcher. Tout comme la force, la puissance musculaire est entraînable et les améliorations sont possibles, autant chez les hommes que chez les femmes âgés (Chodzko-Zajko, Proctor et al. 2009). D'ailleurs, l'entraînement en résistance semble avoir davantage d'effets positifs sur la puissance musculaire que sur la force musculaire isométrique chez la personne âgée, même si les gains en puissance seraient surtout attribuables à l'amélioration de la composante force plutôt qu'à la composante vitesse (Ferri, Scaglioni et al. 2003). Encore une fois, le protocole appliqué lors de l'intervention (c'est-à-dire la charge l'intensité, la vitesse, la durée, le nombre de répétitions, le type d'exercices, etc.) peut influencer les effets mesurés. Dans une étude de Ferri, Scaglioni et al. (2003), qui était fondée sur une méthode d'entraînement en résistance d'intensité élevée (80% du 1RM), de faible volume (1 série de 10 répétitions) et de vitesse de contraction modérée (tempo : concentrique 2 sec., transition 0 sec. et excentrique 3 sec.), l'amélioration de la puissance mesurée lors de l'extension du genou a été de 24%. Dans l'étude de Vos, Singh et al. (2005) qui, elle, avait une méthode d'entraînement en puissance d'intensité variée (un groupe à faible intensité soit 20% du 1RM, un groupe à intensité modérée soit 50% du 1RM et un groupe à intensité élevée 80% du 1RM), de volume moyen (2 à 3 séries de 8 répétitions) et de vitesse de contraction concentrique rapide (aussi rapidement que possible), l'amélioration de la puissance mesurée lors de l'extension du genou a été de 30% à 42%. Dans l'étude de Marsh, Miller et al. (2009) conduite auprès de personnes avec des limitations fonctionnelles dans leur AVQ, la puissance des extenseurs du genou s'est amélioré de 18,5% chez celles qui avaient suivi l'entraînement en résistance de type force (exécution du mouvement concentrique et excentrique en 2 à 3 secondes chacun) et de 34,4% chez celles qui avaient suivi le protocole d'entraînement de type puissance force (exécution

du mouvement concentrique le plus rapidement possible et excentrique en 2 à 3 secondes). Finalement, même si l'entraînement en résistance permet d'améliorer la force et la puissance, cette dernière semble induire des gains significatifs plus rapidement (Fielding, LeBrasseur et al. 2002) et ce même avec un volume (charge multipliée par le nombre de répétitions) plus faible (Henwood, Riek et al. 2008). Bien qu'il soit intéressant de connaître le potentiel d'amélioration de la force et de la puissance musculaires chez la personne âgée, ces informations s'avèrent surtout pertinentes dans un contexte d'accomplissement des activités de la vie quotidienne, c'est pourquoi les études récentes cherchent davantage à vérifier les effets de l'activité physique sur les capacités fonctionnelles.

L'entraînement en résistance a des effets directs sur la force et la puissance, mais également sur les capacités fonctionnelles elles-mêmes (Liu and Latham 2009). Par exemple, un entraînement basé sur les contractions musculaires excentriques a permis à des participants fragiles âgés de 70 à 93 ans d'augmenter leur masse et leur force musculaires et a eu pour effet d'améliorer leur équilibre, leur capacité à descendre un escalier et de réduire leur risque de chute (LaStayo, Ewy et al. 2003). Un entraînement en force de seulement huit semaines conduit auprès d'une cohorte mixte âgée 72 ans en moyenne et étant modérément active (activités récréatives) a engendré une augmentation significative de la vitesse de marche (Schlicht, Camaione et al. 2001), alors qu'un entraînement en puissance de 10 semaines conduit auprès d'une cohorte d'hommes inactifs âgés de 66 ans en moyenne a permis d'augmenter les résultats au test fonctionnel *Timed-Up-and-Go* (TUG) ainsi qu'à celui de la chaise (assis-débout) (Bottaro, Machado et al. 2007). Dans le cas de cette dernière étude, le groupe ayant suivi un entraînement en résistance traditionnel n'a pas eu les mêmes effets positifs sur les capacités fonctionnelles que celui dont l'entraînement était en puissance. D'ailleurs, une revue systématique comportant 121 études portant sur les effets d'un entraînement en résistance auprès de participants ayant des profils variés (en santé, fragiles ou ayant

des maladies chroniques) et dont la durée était pour la plupart entre 8 et 12 semaines, conclut que les interventions en résistance améliorent à la fois les capacités physiques et les capacités fonctionnelles, en l'occurrence la vitesse de marche et la capacité à se lever d'une chaise (Liu and Latham 2009). Ces deux paramètres sont très importants dans l'accomplissement des activités de la vie quotidienne et sont des indicateurs importants des risques de déclin fonctionnel, d'incapacité et de décès (Guralnik, Ferrucci et al. 1995).

1.3.2.2 Effets de l'activité physique sur le bien-être et la qualité de vie

Même si les fonctions physiques et cognitives peuvent être améliorées grâce à l'activité physique, toute intervention nous paraîtrait vaine si elle ne contribuait pas, d'une façon ou d'une autre, à l'amélioration du bien-être et de la qualité de vie des personnes concernées. Identifier les effets de l'activité physique sur la qualité de vie semble poser quelques défis en raison des multiples définitions du concept. Dans leur revue de littérature sur les effets de l'activité physique sur la qualité de vie des personnes âgées, Rejeski and Mihalko (2001) ont classé les interventions en deux catégories. La première est celle qui évalue la qualité de vie en fonction d'un sentiment de satisfaction face à la vie, soit la qualité de vie globale (en anglais *Global Quality of Life*) et la deuxième est celle qui l'évalue en fonction de plusieurs sphères de la santé, notamment les fonctions physiques, la santé mentale, le bien-être affectif, physique et mental, la vie sociale, etc., soit la qualité de vie liée à l'état de santé (en anglais *Health-related Quality of Life*). D'après ces auteurs, lorsque mesurée à la suite d'un programme d'exercices, la qualité de vie globale donne des résultats plus ambigus, parfois positifs parfois neutres, mais lorsque mesurée en fonction de l'état de santé dans plusieurs sphères, des effets positifs ressortent plus clairement. Malgré ces résultats mitigés, le niveau d'activité physique semble étroitement associé à au moins une des sphères de la qualité de vie liée à l'état de santé, soit celle des fonctions physiques. En effet, selon

une étude conduite par Dondzila, Gennuso et al. (2015), le pointage dans cette sphère croît en fonction du nombre de pas faits quotidiennement. Une étude récente d'Awick, Wójcicki et al. (2015) corroborent ces résultats en révélant qu'un programme de marche a permis d'améliorer la qualité de vie globale (*Global Quality of Life*) des participants alors qu'un programme d'exercices de force et de souplesse a eu des effets bénéfiques sur la qualité de vie liée à l'état de santé (*Health-related Quality of Life*), et plus particulièrement dans la sphère de la santé mentale. Ces interventions, dont la durée était de 12 mois, ont été conduites, auprès de personnes âgées dont l'âge moyen était de 66 ans. Même s'il demeure difficile d'isoler les paramètres d'une intervention qui agissent directement sur la qualité de vie et le bien-être des personnes âgées (Rejeski and Mihalko 2001), ces informations laissent envisager un potentiel d'amélioration, par le biais de l'activité physique, qu'il importe de prendre en considération.

1.3.3 Conditions de pratique de l'activité physique

Les effets observés dans la plupart des études mentionnées ci-haut l'ont été dans le cadre d'interventions en laboratoire, c'est-à-dire dans des conditions contrôlées. Par exemple, Liu and Latham (2009) mentionnent que la grande majorité des études répertoriées dans leur revue sont des interventions en résistance qui ont été conduites en laboratoire, sous supervision complète. Cependant, il est intéressant de noter que d'autres formules d'intervention peuvent également mener à des résultats intéressants. Tel que le suggère l'étude LIFE (Pahor, Guralnik et al. 2014), un entraînement combinant des séances supervisées dans un centre et des séances réalisées de façon autonome à la maison peut aussi mener à des effets positifs sur les capacités fonctionnelles. Une autre étude indique que l'activité physique pratiquée de façon volontaire dans une structure telle un centre récréatif peut avoir des effets positifs sur la qualité musculaire (Barbat-Artigas, Dupontgand et al. 2014). Dans ce cas-ci, le type

d'entraînement et la période au cours de laquelle l'activité physique a été pratiquée se sont avérés des indicateurs de la qualité musculaire; les personnes qui s'entraînaient principalement en résistance et ce, depuis longtemps, tiraient davantage de bénéfices sur le plan de la qualité musculaire que celles qui mixaient les types d'entraînement, même si le volume hebdomadaire était plus grand. Par ailleurs, l'un des éléments qui ressort de l'étude de Barbat-Artigas, Dupontgand et al. (2014) est que l'association entre entraînement en résistance et qualité musculaire est surtout vraie pour les personnes plus jeunes, mais qu'à partir de 60 ans, l'entraînement aérobic pouvait aussi avoir des effets bénéfiques similaires. Un autre exemple de l'efficacité des interventions hors laboratoire est celui du programme intégré d'équilibre dynamique (PIED) créé au Québec en 1995 et maintenant validé et bien implanté dans la communauté (Directeur de la santé publique de Montréal 2015). Il s'adresse aux personnes âgées autonomes qui sont préoccupées par les chutes ou la peur de chuter. Il s'agit d'un modèle mixte entre la communauté et la maison; l'intervention consiste en deux rencontres de groupe par semaine qui comprennent des exercices supervisés et des capsules éducatives présentées par un spécialiste de l'activité physique, ainsi que des exercices à faire à la maison (Directeur de la santé publique de Montréal 2015). Une évaluation de l'efficacité de ce programme de trois mois a révélé que les participants qui y avaient pris part ont amélioré leur équilibre statique (+5,3 secondes lors de l'équilibre unipodal) et leur mobilité (-4,9 secondes sur un test de marche en tandem sur une distance pré-établie) (Robitaille, Laforest et al. 2005).

Les programmes d'entraînement à la maison produisent également des effets bénéfiques sur le maintien et l'amélioration des capacités fonctionnelles. Une intervention de six mois comprenant des exercices d'équilibre et de renforcement a mené à une amélioration significative des résultats aux tests fonctionnels, avec une amélioration de 26,2% au test *Short Physical Performance Battery* (SPPB), et ce même si aucun changement au niveau de la force musculaire n'ait été enregistré (Nelson,

Layne et al. 2004). Dans une autre étude d'un programme d'exercices à la maison d'une durée de 12 mois, des effets positifs ont été observés sur la plan cognitif après seulement six mois d'intervention (Liu-Ambrose, Donaldson et al. 2008). Il s'agissait dans ce cas d'un programme appelé OTAGO qui cible les personnes âgées et qui vise la prévention des chutes par un entraînement en équilibre et en force. L'entraînement est réalisé de façon autonome à la maison, trois fois ou plus par semaine, à raison de 30 minutes par séance (Campbell, Robertson et al. 1997). Une méta-analyse portant sur les effets de ce programme a démontré qu'il est efficace et qu'il permet de réduire les risques de chutes et les risques de décès (Thomas, Mackintosh et al. 2010).

Néanmoins, l'un des plus grands défis des programmes d'exercices non supervisés, comme ceux à la maison, demeurent le suivi, c'est-à-dire, la supervision directe offerte par un professionnel de l'activité physique, la sécurité et l'adhésion. Dans le programme OTAGO, on rapporte que 37% des participants ont complété le programme de 12 mois selon le protocole établi, c'est-à-dire à raison de trois séances ou plus par semaine, alors que 56% ont réalisé deux séances ou plus par semaine (Thomas, Mackintosh et al. 2010). Il est vrai que ce programme est particulièrement long, ce qui peut avoir influencé les résultats. Dans le programme de six mois de l'étude de Nelson, Layne et al. (2004), le taux d'adhésion a été de 82%, ce qui s'apparente à celui du programme PIED qui se situe à 78%, autant pour la portion en groupe que pour la portion à la maison (Robitaille, Laforest et al. 2005). Cependant, il demeure difficile de recueillir des informations objectives sur les interventions en activité physique qui se déroulent à l'extérieur d'un cadre supervisé. Le plus souvent, on utilise un journal de bord pour collecter ces informations, mais la perception des participants quant à la qualité, la quantité et l'intensité des exercices réalisés peut biaiser l'objectivité des données recueillies (Bollen, Dean et al. 2014). Ainsi, des effets bénéfiques des interventions réalisées dans divers cadres peuvent être attendus, mais on peut difficilement déterminer si ces interventions sont optimales.

1.3.4 Activité physique dans les résidences pour personnes âgées

Dans les résidences pour personnes âgées, différentes formules peuvent aussi être mises en place pour favoriser l'activité physique. On estime qu'environ 29% des résidences pour personnes âgées au Québec, toute taille confondue, ont une salle d'exercices. Cette proportion monte à 64% dans les résidences de 90 places ou plus (Société canadienne d'hypothèques et de logement (B) 2015). Par ailleurs, 96% des résidences offrent des services de loisirs et d'animation (Société canadienne d'hypothèques et de logement (B) 2015), qui peuvent parfois inclure des programmes d'activité physique. Les données à l'égard des types de programmes d'activité physique offerts dans les résidences au Québec sont rares. Selon une étude de Benjamin, Edwards et al. (2011), la plupart des résidences de personnes âgées au Canada offrent des périodes d'activité physique supervisée deux à trois fois par semaine. D'ailleurs, lorsqu'ils sont mis en place, ces programmes peuvent contribuer à maintenir et même améliorer les capacités fonctionnelles des résidents. Comme le suggère l'étude longitudinale de Hatch and Lusardi (2010) qui révèle que les personnes, dont l'âge moyen était de 85,5 ans, qui ont pris part régulièrement, (au moins deux fois par semaine pendant neuf mois), de façon volontaire aux activités physiques offertes par le centre de bien-être de leur résidence ont vu leur équilibre et leur endurance s'améliorer. En effet, une augmentation de 1,3 points sur 56 sur l'échelle d'équilibre de Berg et de 72,1 mètres sur la distance maximale parcourue en six minutes a été observée, alors que chez ceux qui participaient peu ou pas à ces activités, un déclin de -2,7 points sur 56 sur l'échelle d'équilibre de Berg et de -63,5 mètres sur la distance maximale parcourue en six minutes a été observé. La différence dans le temps n'est pas statistiquement significative, mais l'échantillon de 36 n'a peut-être pas permis d'atteindre une puissance statistique suffisante.

Les interventions en activité physique procurent en général des bénéfices notables sur l'autonomie des personnes âgées qui vivent en résidence. Par exemple, une intervention qui consistait en des exercices de souplesse, de marche, de renforcement et d'équilibre conduite dans cinq institutions de soins de longue durée pour personnes âgées en Ontario (âge moyen de 81 ans) a mené à des améliorations significatives au niveau de la mobilité (augmentation de 16% de la vitesse au test *Timed-Up-and-Go*), de l'équilibre (amélioration de 9% au score sur l'échelle de Berg) et de la force des membres inférieurs (augmentation de la force lors de la flexion du genou de 46% en contraction isométrique et de 55% en contraction isotonique) (Lazowski, Ecclestone et al. 1999). Ainsi, les capacités fonctionnelles de ceux qui ont pris part aux exercices variés ont pu être maintenus, ce qui ne fut pas le cas dans le groupe témoin dont l'intervention s'est limitée à des mouvements d'amplitude articulaire exécutés en position assise. Dans le groupe témoin, la vitesse au test *Timed-Up-and-Go* a diminué de 23%, le score sur l'échelle de Berg n'a pas changé et la force lors de la flexion du genou a augmenté de seulement 9% en contraction isométrique et a diminué de 18% en contraction isotonique. De plus, l'étude de Morris, Fiatarone et al. (1999), dans laquelle les participants étaient âgés en moyenne de 85 ans, a elle aussi démontré qu'il était possible de freiner le déclin de l'autonomie des personnes en résidences par des séances de réadaptation individualisée visant la pratique d'AVQ dans lesquelles elles éprouvent des difficultés (par exemple une personne nécessitant de l'aide pour s'habiller était amenée à développer des moyens de le faire de façon la plus autonome possible avec un guidage verbal de la part du personnel) ou par des séances d'exercices visant la stimulation du système cardiorespiratoire par la marche et des groupes musculaires sollicités pour accomplir les AVQ par un entraînement en résistance avec poids. En effet, les chercheurs ont observé des différences significatives en faveur des groupes qui ont pris part à ces deux interventions comparativement à un groupe témoin n'ayant reçu que les soins réguliers. Il est important de noter que le groupe ayant pris part à l'intervention constitué d'exercices est le seul qui a amélioré son endurance, mesurée par le test de six minutes de marche. Par ailleurs, cette étude de Morris,

Fiatarone et al. (1999) se distingue par son nombre de participants, près de 400 répartis en trois groupes, par un faible niveau d'autonomie de départ (38% avaient des troubles cognitifs sévères, 20% étaient complètement dépendants pour les transferts et 16% l'étaient pour se nourrir), par sa durée de 10 mois et par l'engagement des résidences de personnes âgées qui ont formé des « leaders en exercices » parmi leur personnel et leurs bénévoles pour intervenir, démontrant ainsi qu'il est possible d'intégrer ce type de programmes dans cette structure.

L'étude de Baum, Jarjoura et al. (2003) s'est quant à elle penchée sur les effets d'une intervention en activité physique auprès d'une population en résidence pour personnes âgées plus fragiles, mesurée par un niveau d'autonomie plus faible comparativement à celle de Lazowski, Ecclestone et al. (1999) par exemple, et dont l'âge moyen était de 88 ans. L'étude pilote de Baum, Jarjoura et al. (2003) visait à mesurer la faisabilité d'une intervention sur chaise de renforcement des principaux groupes musculaires des membres inférieurs et supérieurs. Des améliorations ont été observées dans tous les tests de capacités fonctionnelles avec un effet significatif au test global. Une autre étude réalisée auprès d'une population similaire, c'est-à-dire d'individus fragiles vivant dans une institution de soins de longue durée dont l'âge moyen était de 85 ans dans le groupe expérimental et de 81 le groupe témoin, a démontré qu'il était faisable et bénéfique de faire un entraînement en puissance avec ce type de population (Hruda, Hicks et al. 2003). Cette intervention, visant les membres inférieurs seulement et faisant appel d'abord au poids corporel puis à un élastique pour créer de la résistance, a mené à des améliorations significatives aux tests de puissance musculaire des membres inférieurs et aux tests de capacités fonctionnelles. Les auteurs ont pu établir une corrélation entre la puissance moyenne concentrique de l'extension du genou et les résultats aux tests fonctionnels du *Timed-Up-and-Go*, ($r = -0,47$) et du six minutes de marche ($r = -0,42$).

Les interventions citées précédemment ont été conduites, pour la plupart, à une fréquence de trois fois par semaine pendant 20 à 60 minutes, mais avec des durées variées, allant de 10 à 52 semaines. Certains auteurs ont tenté de mesurer les effets d'une intervention en activité physique avec des protocoles différents, notamment en ce qui concerne la fréquence des séances. Tout d'abord, Brittle, Patel et al. (2009) ont évalué l'effet d'une intervention multimodale, incluant des exercices de souplesse, d'équilibre, de posture, de coordination, en résistance et en aérobie, bi-hebdomadaire pendant cinq semaines auprès d'un groupe de personnes âgées en moyenne de 87 ans. Les résultats observés n'ont pas été aussi probants que dans les études publiées antérieurement puisqu'aucune amélioration dans le groupe d'intervention ou de différence statistiquement significative avec le groupe témoin n'a été notée. Les auteurs expliquent l'absence d'effets bénéfiques notables par deux éléments. D'abord, le programme d'exercices n'était pas adéquat pour les personnes atteintes des troubles cognitifs, ce qui était le cas pour 68% des participants. Ensuite, la durée du programme et la fréquence des séances n'étaient potentiellement pas suffisantes pour induire des changements (Brittle, Patel et al. 2009). Ces postulats paraissent plausibles si l'on compare avec l'étude de Lord, Castell et al. (2003) qui ont également mis en place une intervention multimodale dans des résidences pour personnes âgées (plus spécifiquement des villages de retraite), mais qui, contrairement à celle de Brittle, Patel et al. (2009), ont exclu les personnes avec dysfonctions cognitives et sont intervenus sur une période beaucoup plus longue, soit de 12 mois. Dans cette intervention de longue durée, les participants étaient âgés en moyenne de 80 ans et étaient, dans une proportion de 78%, dans des installations avec services minimaux (salles communes et services d'entretien de leur appartement) alors que 22% vivaient dans des installations avec services intermédiaires (soins, repas, physiothérapie, activités de groupe organisées). Les auteurs ont observé une différence statistiquement significative après l'intervention dans la vitesse de marche sur six minutes et le temps de réaction entre le groupe expérimental et le groupe témoin, le premier ayant vu ses performances maintenues et même légèrement améliorées alors qu'elles avaient décliné dans le

deuxième. Le groupe expérimental a également réduit de 22% ses chutes au cours de l'année d'intervention. Cet effet bénéfique a été encore plus important chez les personnes qui avaient déjà un historique de chutes qui, elles, ont réduit leur nombre de chutes de 31% (Lord, Castell et al. 2003).

Dans le même ordre d'idées, Littbrand, Lundin-Olsson et al. (2009) ont conduit une intervention d'intensité élevée (avec une charge équivalente à 8 à 12 RM, augmentée dès que le participant pouvait exécuter 12 répétitions) en institution de soins de longue durée dont la fréquence était de cinq séances par période de deux semaines, soit l'équivalent d'environ 2,5 par semaine, sur une période de 13 semaines. À la suite de cette intervention, les chercheurs ont observé une différence significative entre le groupe expérimental et le groupe témoin quant à la mobilité à l'intérieur de la résidence, un élément mesuré par l'indice des AVQ de Barthel (mesure de l'autonomie fonctionnelle), le premier ayant significativement moins décliné que le deuxième. Parmi les participants au groupe d'exercices, âgés en moyenne de 85 ans, 52% étaient atteints de démence et, fait intéressant, ce sous-groupe a obtenu, post-intervention, un score global à l'indice de Barthel (non seulement au niveau de la mobilité à l'intérieur de la résidence) significativement plus élevé que leurs homologues du groupe témoin. Cependant, cette différence s'est amoindrie avec le temps et n'était plus présente dans le suivi trois mois après la fin de l'intervention. Ces résultats soulèvent l'importance de poursuivre l'activité physique à long terme pour prévenir le déclin de l'autonomie fonctionnelle (Littbrand, Lundin-Olsson et al. 2009).

Gronstedt, Frandin et al. (2013) ont, quant à eux, conduit une étude dont le but était de vérifier les effets d'une intervention entièrement personnalisée. L'intervention avait pour but de réduire les limitations fonctionnelles et était entièrement adaptée à la personne, c'est-à-dire développée en fonction des objectifs et des besoins de chacun. Elle couvrait les éléments suivants: la mobilité (marcher, se lever, transférer, etc.), la

force et l'équilibre, les AVQ (manger, s'habiller, se laver, etc.), les activités sociales et des conseils du personnel de la résidence. Les 322 participants, dont l'âge moyen était de 85 ans, vivaient en résidence depuis deux ans en moyenne et présentaient divers degrés d'incapacité; 25% étaient incapables de marcher, même avec une aide technique, et 40% étaient incapables de se lever d'une chaise de façon autonome. Des améliorations, modestes mais significatives, ont été observées dans la vitesse de déplacement (+0,04 m/s et +0,09 m/s pour la vitesse normale et la vitesse maximale, respectivement) et la force des membres inférieurs (-3 secondes au test de la chaise; se lever et s'asseoir cinq fois) des participants du groupe expérimental. Leur équilibre et leurs capacités à accomplir leurs AVQ ont été maintenus alors que ces paramètres ont décliné au sein du groupe témoin. Néanmoins, il est important de noter que les auteurs s'attendaient à des effets plus importants sur l'accomplissement des AVQ, étant donné que les interventions étaient adaptées en fonction de leurs besoins personnels. Cependant, même si les gains potentiels auprès de cette population fragilisée demeurent modestes, ils ne sont pas moins importants. En effet, le simple fait de maintenir les capacités fonctionnelles ou même de freiner leur déclin devrait être considéré comme un bénéfice.

Enfin, les résultats hétérogènes de ces diverses études sont sans doute dus aux taux d'adhésion lors des programmes d'activité physique dans les résidences pour personnes âgées qui varient de 86% dans l'étude de Lazowski, Ecclestone et al. (1999) à seulement 42% dans celle de Lord, Castell et al. (2003). Il est donc important de bien identifier les facteurs qui affectent cette adhésion afin de mettre en place des interventions efficaces et bénéfiques pour tous.

1.3.5 Facteurs qui influencent la pratique d'activités physiques

1.3.5.1 Obstacles à l'activité physique

Malgré les bienfaits de l'activité physique sur la santé, encore peu de personnes âgées y adhèrent de façon régulière. On rapporte qu'en 2014, 52,3% des personnes âgées de 65 ans et plus étaient inactives, c'est-à-dire qu'elles avaient une dépense énergétique quotidienne inférieure à 1,5 kcal/kg et que seulement 12% rencontraient les directives de la SCPE (Statistique Canada 2015). Néanmoins, l'Enquête sur la santé dans les collectivités canadiennes - Vieillesse en santé 2008-2009 rapportait que 71% des aînés ont déclaré, en 2009, vouloir prendre des mesures pour améliorer leur santé par l'augmentation de leur niveau d'activité physique (Statistique Canada 2012). Il semble donc exister un écart entre la volonté (71% qui souhaitent être plus actifs) et l'action (12% qui rencontrent les directives de la SCPE). Cet écart peut être expliqué par de nombreuses barrières. Les plus significatives ayant été évoquées par les personnes âgées sont leur mauvais état de santé (Schutzer and Graves 2004), l'inertie incluant la passivité, la non motivation ou l'ennui face à l'activité physique, ainsi que la peur de tomber ou de se blesser (Lees, Clark et al. 2005). Schutzer and Graves (2004) mentionnent également l'environnement physique inadéquat (absence de trottoir, par exemple), la non intervention des médecins dans la prescription d'activités physiques et le manque de connaissances sur les bienfaits pour la santé comme obstacles à l'activité physique chez la personne âgée.

La vie en résidence pour personnes âgées peut elle-même poser certains obstacles à la pratique de l'activité physique, compte tenu de l'état de santé et du niveau d'autonomie des personnes qui y vivent (Gervais, Hébert et al. 2004, Oswald and Rowles 2006) et de l'environnement physique qui peut réduire la sphère de mobilité (Cress, Orini et al. 2011). Selon une étude de Benjamin, Edwards et al. (2011), les résidents et les

personnes qui les entourent perçoivent l'activité physique comme étant « bonne pour la santé », avec des effets positifs sur le plan mental et physique. Cependant, cette même étude révèle une inadéquation entre l'offre de programme d'activité physique et les besoins ou les intérêts des résidents. Les résidents, leurs proches et les intervenants interrogés s'entendent pour dire que les programmes d'activité physique doivent être personnalisés et adaptés aux besoins de chacun, ce qui n'était pas le cas au moment de l'enquête. L'horaire auquel sont contraints les résidents et les intervenants, par exemple l'heure des repas et des soins d'hygiène personnel, ainsi que l'environnement physique des résidences, notamment l'absence de salle dédiées, sont des obstacles à la pratique d'activités physiques (Benjamin, Edwards et al. 2011).

1.3.5.2 Facteurs motivateurs et de facilitateurs

S'il existe des obstacles, il existe aussi des facteurs motivateurs. Une des éléments motivateurs les plus importants est le sentiment d'auto-efficacité, c'est-à-dire de se sentir capable et compétent à faire de l'activité physique (Schutzer and Graves 2004). Il est essentiel pour les personnes âgées, comme pour tous d'ailleurs, de se sentir aptes à entreprendre un programme d'exercice. Il s'agit là d'un élément mobilisateur et un facteur de succès. La socialisation et la santé sont également des facteurs motivateurs (Schutzer and Graves 2004). Pour la santé, c'est plutôt le fait de s'en inquiéter qui est motivateur (Costello, Kafchinski et al. 2011).

Certains facteurs motivateurs sont propres au milieu de vie qu'est la résidence pour personnes âgées. Chen and Li (2014) rapportent cinq facteurs motivateurs identifiés par les résidents eux-mêmes : 1) le désir de retourner vivre à la maison; 2) la crainte de voir son autonomie décliner; 3) le désir d'améliorer son humeur et d'éviter les états dépressifs; 4) le désir de se désennuyer; et 5) le sentiment de devoir poursuivre ses bonnes habitudes.

Dans un autre ordre d'idées, la relation entre les résidents et les intervenants d'une résidence semble être un facteur important dans la pratique régulière d'activités physiques. Certains intervenants sont perçus comme jouant un rôle clé dans la mise sur pied et le succès d'initiatives visant à faire bouger davantage les résidents. Leur réussite reposerait sur des approches qui favorisent le développement du sentiment d'auto-efficacité des résidents face à leurs capacités de faire des activités physiques (Benjamin, Edwards et al. 2011).

1.4 Gerontechnologies

1.4.1 Tendances générales

Le vieillissement et les technologies ont longtemps évolué en parallèle. Avant les années 1990, le lien entre les deux concepts était surtout utilitaire, c'est-à-dire que les technologies étaient perçues comme pouvant compenser pour certaines déficiences dont les personnes, notamment celles plus âgées, pouvaient être atteintes (Bouma, Fozard et al. 2007). Cependant, le vieillissement de la population et l'évolution rapide des technologies ont changé cette relation. En effet, les technologies influencent, à plusieurs égards, le fonctionnement de l'humain dans plusieurs sphères de la vie : la santé et l'estime de soi, le milieu de vie, la mobilité incluant le transport, les communications et la gouvernance (la gestion, l'administration, etc.), le travail et les loisirs et les personnes âgées sont directement touchées et ciblées par ces innovations (Bronswijk, Bouma et al. 2002).

Le terme gérontechnologie définit ainsi cette récente relation. Selon Bronswijk, Bouma et al. (2009), le concept de gérontechnologie signifie « la mise en lien de technologies existantes et en développement avec les besoins et les aspirations des personnes vieillissantes et celles déjà âgées » (traduction libre). Les gérontechnologies ont une

visée très large et doivent avoir pour but premier de faciliter le fonctionnement quotidien. En second, elles devraient avoir un impact direct sur la prévention et la mobilisation en agissant sur le maintien de la santé, la prévention des événements indésirables ou encore la prise en charge des soins (Bronswijk, Bouma et al. 2002). De façon globale, elles devraient contribuer à hausser la qualité de vie des individus. Ainsi, leur développement, leur design et leur distribution devraient être conçus dans cette perspective, c'est-à-dire au service de la personne âgée. La rapidité du développement et des changements dans le domaine des technologies a tout de même créé un écart entre celles-ci et les personnes âgées. Ces dernières ont évolué, tout au long de leur vie, dans un monde technologique différent de celui d'aujourd'hui, ce qui peut faire obstacle à une relation harmonieuse. Cependant, selon Bouma, Fozard et al. (2007), l'écart peut être comblé en plaçant l'individu au centre de la recherche et du développement.

Les applications des gérontechnologies sont nombreuses et variées puisqu'elles touchent les systèmes de sécurité de toute sorte (bracelets d'urgence, système d'alarme de maison, etc.), les moyens de communication, les aides techniques, les systèmes de guidage, les appareils de soins personnalisés, les systèmes de divertissement et de stimulation, pour ne nommer que ceux-là (Bouma, Fozard et al. 2007). D'ailleurs, certains systèmes englobent plusieurs champs d'application. C'est le cas des jeux vidéo, souvent conçus pour une population en général, mais facilement adaptables et accessibles aux personnes âgées, qui ont une visée à la fois pratique, utile et ludique et qui peuvent agir sur la prévention et la mobilisation dans le domaine de la santé. On pense notamment aux jeux de quilles, de boxe, de planche à neige, de hula hoop et de danse faisant appel aux plateformes Nintendo Wii et Wii Fit®, XaviX® et Dancetown® qui, lors d'une étude pilote avec un groupe de 15 aînés de 60 à 87 ans, ont démontré leur potentiel à divertir et à améliorer la condition physique des aînés en sollicitant jusqu'à environ 3 METS d'intensité (Caparosa, Nichols et al. 2011).

Les principaux enjeux soulevés par les personnes âgées concernant l'utilisation des technologies ont été répertoriés dans une revue systématique de Peek, Wouters et al. (2014). Ils sont notamment associés au coût des technologies, à la crainte d'une intrusion dans la vie privée, aux difficultés d'utiliser les technologies et aux effets néfastes sur la santé causés par l'émission d'ondes. Ceci étant dit, les auteurs rapportent que les personnes âgées perçoivent aussi des bénéfices liés à l'utilisation des technologies, en autres en ce qui a trait à leur sécurité. L'environnement social joue également un rôle important dans l'acceptation des technologies. Les personnes âgées qui ne voient pas l'utilité d'une technologie auraient tendance à mieux l'accepter lorsque leurs enfants ou les professionnels de la santé les encouragent à le faire (Peek, Wouters et al. 2014).

1.4.2 Jeux vidéo interactifs (*exergaming*)

La motivation à faire de l'activité physique est au cœur de toute prise en charge. Comme c'est le cas dans la plupart des interventions, il peut s'avérer difficile pour une personne, peu importe son âge, d'entreprendre un programme d'activité physique en raison de effets négatifs attendus (fatigue, douleur, etc.) et du faible intérêt et même de l'ennui face à ce type d'activités (Kato 2010). Cependant, les gérontechnologies, et plus particulièrement les jeux vidéo interactifs, amènent un aspect ludique qui permet de contourner ces obstacles, du moins en partie. En effet, ils sont réellement perçus comme un jeu (Aarhus, Grönvall et al. 2011) et non comme une tâche ou un fardeau, ce qui facilite leur acceptation auprès de la population âgée. À cet égard, Rosenberg, Depp et al. (2010) prétendent que l'aspect ludique viendrait contrecarrer le manque de motivation liée à l'idée de faire des exercices puisque dans son étude, les participants ont rapporté être satisfaits et avoir eu du plaisir lors de leur participation. Une étude de Betker, Szturm et al. (2006) a quant à elle démontré que ce type d'intervention soulève des éléments motivateurs grâce au défi et aux possibilités de progression que ces jeux

offrent. Ils offrent un aspect de renforcement positif qui est motivant pour les participants (Betker, Szturm et al. 2006).

Dans la littérature, les gérontechnologies qui allient le jeu et l'exercice ont différentes appellations: *exergames*, jeux vidéo actifs, jeux vidéo interactifs, jeux vidéo d'entraînement (Maillot, Perrot et al. 2012). Les années 1980 ont vu naître les premiers jeux vidéo qui sont devenus accessibles à la population et, déjà à cette époque, on s'est intéressé à leurs usage par les personnes âgées. Au début des années 80, Weisman (1983) a mené une étude dans une résidence pour personnes âgées afin de tester les effets des jeux vidéo sur les résidents. La technologie Apple® a été utilisée pour tester quatre jeux déjà sur le marché. Les jeux, qui consistaient à 1) frapper une balle qui apparaît à l'écran, 2) attraper un papillon avec la langue d'une grenouille, 3) conduire une voiture à travers un parcours et 4) deviner des mots à partir d'indices, ont été modifiés pour répondre au profil de la population ciblée. Ils ont été testés auprès de 50 personnes âgées en moyenne de 85 ans pendant 20 semaines à raison de deux fois ou plus par semaine. Les chercheurs ont constaté que les participants étaient non seulement en mesure de jouer, mais y prenaient plaisir. Il semble que cette intervention ait favorisé le sentiment d'auto-efficacité. La technologie a beaucoup évolué depuis. Une revue de littérature de Van Diest, Lamoth et al. (2013) répertorie les types de jeux vidéo interactifs en fonction des dispositifs sur lesquels ils reposent. On retrouve les systèmes de capteurs inertiels composés d'un accéléromètre et d'un gyroscope, dont le produit commercial le plus connu est la Nintendo Wii®. Les capteurs sont insérés dans des télécommandes. D'autres systèmes sont basés sur les capteurs de pression et font appel à des matelas ou des planches dans lesquels on introduit des transducteurs de force tel que le Wii Balance Board®. Finalement, il existe des systèmes basés sur la capture du mouvement avec caméra tels que la Sony PlayStation Eyetoy® et la Kinect de Microsoft®. Dans ce cas, le jeu est contrôlé par le mouvement du participant. Le système avec caméra Kinect de Microsoft® présente un avantage indéniable, c'est-à-

dire celui de ne pas nécessiter ni de marqueurs ni manipulation de télécommande. Cela rend les mouvements beaucoup plus naturels et les jeux plus accessibles aux personnes atteintes de pathologies affectant leurs articulations (arthrite ou arthrose par exemple) qui ne sont pas en mesure de tenir une télécommande (Gerling, Livingston et al. 2012). La précision de la Kinect® dans la capture de mouvement et sa capacité à détecter adéquatement les mouvements exécutés de façon incorrecte ont été validées par Chang, Lange et al. (2012) qui l'ont comparé avec l'OptiTrack®, un système de capture de mouvements avec marqueurs qui, selon les auteurs, est reconnu pour sa précision. Les chercheurs ont noté une différence négligeable dans la vitesse de capture de mouvement entre les deux systèmes (l'OptiTrack® étant 50 millisecondes plus rapide) et conclut que la Kinect® pourrait s'avérer un outil de réadaptation physique valide et peu coûteux (Chang, Lange et al. 2012). Ceci étant dit, Lange, Chang et al. (2011) avaient auparavant testé la plateforme Kinect® auprès de personnes atteintes d'une blessure médullaire ou cérébrale et avaient relevé comme obstacle la difficulté de calibration de l'appareil puisqu'il requiert de lever le bras. Il s'agit donc d'un élément à prendre en considération lorsque vient le temps d'intervenir.

Le potentiel des jeux vidéo interactifs est encore méconnu et les études publiées demeurent, pour la plupart, exploratoires. Avec un groupe de participants âgés de 60 à 80 ans, Caparosa, Nichols et al. (2011) ont mesuré, la dépense énergétique associée à certains jeux disponibles sur la console Wii de Nintendo®. Ils ont déterminé que l'intensité du jeu de quilles était légère, à 1,6 METS, alors que celle des jeux de boxe et de danse était modérée, à 3,1 et 3 METS, respectivement. Galna, Jackson et al. (2014) ont, quant à eux, développé et testé leur propre jeu vidéo interactif destiné aux personnes atteintes de la maladie de Parkinson. Ils ont développé un jeu de cueillette de pommes visant à stimuler le contrôle postural souvent affecté chez ces individus. Faisant appel à la technologie de la Kinect de Microsoft®, le jeu offrait plusieurs niveaux et du renforcement positif visuel et auditif. Les neuf participants, dont le stade

de la maladie était de niveau léger à modéré, ont indiqué en entrevue qu'ils se sont sentis en sécurité pendant le jeu, qu'il était agréable, mais qu'un élément de compétition était souhaitable. Aucun incident n'a été rapporté et les auteurs ont conclu que le système Kinect® était sécuritaire pour cette population, mais qu'il devait être testé dans les domiciles (Galna, Jackson et al. 2014). Finalement, Gerling, Livingston et al. (2012) se sont penchés sur le potentiel des jeux vidéo interactifs avec la Kinect de Microsoft® pour une population vivant en résidence pour personnes âgées. Ils ont d'abord élaboré un outil interactif pour évaluer la pertinence d'un ensemble de gestes qui pourraient être exécutés dans le cadre de jeux vidéo et l'ont testé auprès de 15 résidents âgés de 74 en moyenne. Parmi eux, une seule personne était autonome à la marche, une autre utilisait une canne et tous les autres étaient en fauteuil roulant. Les chercheurs ont observé de grandes différences dans les habiletés des participants, notamment dans leur amplitude de mouvement, leur force et leur capacité à bouger leurs membres des deux côtés. Ils ont par la suite développé un jeu ludique qui permettait de configurer plusieurs paramètres. Il est ressorti de cette partie de l'étude l'importance de guider adéquatement les participants afin que le jeu s'adapte au niveau de chacun. À partir de ces observations, Gerling, Livingston et al. (2012) ont développé des lignes directrices qui, selon eux, permettraient de développer des jeux interactifs en adéquation avec les besoins des personnes âgées vivant dans un milieu de vie collectif telle une résidence pour personnes âgées. Les jeux devraient offrir des paramètres adaptables et personnalisables. Les auteurs mentionnent la possibilité de pouvoir utiliser seulement les membres inférieurs ou supérieurs, ou même juste un membre. Ils mentionnent également l'importance de pouvoir ajuster l'amplitude de mouvement ainsi que l'intensité et le niveau de difficulté. Les personnes âgées sédentaires sont susceptibles à la fatigue et l'épuisement; les jeux doivent donc être conçus pour éviter ces sensations. D'ailleurs, les jeux devraient poser un défi suffisant pour stimuler chaque personne, à son niveau, sans la décourager. C'est pourquoi Gerling, Livingston et al. (2012) insistent sur l'importance de présenter des instructions claires, à l'aide de diagrammes et de démonstrations simples par exemple, et de faire

des rappels visuels sur les gestes à exécuter afin de favoriser le sentiment de contrôle et d'autonomie. Finalement, ils indiquent que le soutien constant, qu'il soit offert par une personne physique ou virtuelle avec des rétroactions automatisées, et la mise en place de routines incluant des étapes simples et claires favorisent l'acceptation et l'utilisation optimale des jeux interactifs. L'importance d'intégrer de rétroactions automatisés est également soulevé par Lamoth, Alingh et al. (2012) qui ont démontré que les personnes âgées effectivement pouvaient en tirer profit. Les chercheurs ont testé un jeu vidéo basé sur le contrôle de l'équilibre en comparant les performances d'une population jeune (18 personnes de 19 à 26 ans) à celles d'une population plus âgée (12 personnes de 61 à 77 ans). La technologie utilisée était le Sensamove Miniboard®, une planche d'équilibre dans laquelle sont intégrés un accéléromètre en trois dimensions et un gyroscope. Cette étude pilote qui consistait en une seule séance visait à tester les effets d'une rétroaction visuelle sur la qualité du mouvement. Bien que la performance du groupe jeune s'est avérée meilleure en générale, les deux groupes ont bénéficié de la rétroaction visuelle, celui-ci leur a permis de s'améliorer (Lamoth, Alingh et al. 2012).

De récentes études visant davantage les interventions en activité physique ont démontré les effets potentiels des jeux vidéo interactifs auprès de différentes populations. Le nombre d'études demeure relativement faible et plusieurs sont réalisées dans le cadre de projets pilotes, avec des échantillons plutôt restreints, mais font ressortir le potentiel de ce type d'intervention. Tout d'abord, une étude conduite auprès de huit femmes entre 30 et 60 ans sans problème de santé a permis de démontrer que l'utilisation des jeux de yoga, d'équilibre, d'aérobic et de renforcement disponibles par le biais de la console Wii Fit de Nintendo® pouvait mener à une amélioration statistiquement significative de l'équilibre unipodal et de la force des membres inférieurs (Nitz, Kuys et al. 2010). Des améliorations à tendances significatives ont été observées pour la perte de poids et la vitesse au *Timed-Up-and-Go* avec tâche cognitive (c'est-à-dire une tâche

de soustraction). L'intervention se déroulait à la maison, sans supervision directe, et a duré 10 semaines à raison de deux séances hebdomadaires de 30 minutes avec le choix du jeu laissé à la discrétion de chaque participante. L'adhésion a été de 70% (Nitz, Kuys et al. 2010).

Une autre étude utilisant la console Wii de Nintendo® a été menée en laboratoire auprès de neuf personnes ayant subi un accident vasculocérébral dans les six mois précédents. Les participants étaient âgés en moyenne de 61 ans et les jeux utilisés (tennis, quilles et cooking Mamma) sollicitaient les membres supérieurs (Saposnik, Teasell et al. 2010). En deux semaines d'intervention, comprenant au total huit séances de 60 minutes, les participants ont amélioré de façon significative leur score au test de fonctions motrices de Wolf, une évaluation faisant appel à la vitesse, la coordination et la force des membres supérieures. Dans cette étude, l'adhésion a été de 80% (Saposnik, Teasell et al. 2010).

Certaines études se sont penchées plus spécifiquement sur la population âgée. Tout d'abord, Rosenberg, Depp et al. (2010) ont conduit une étude qui visait à évaluer la faisabilité, l'acceptabilité, l'efficacité et la sécurité d'une intervention en activité physique auprès d'une population atteinte de dépression subsyndromique. Le groupe était âgé, en moyenne, de 79 ans et chacun vivait de façon autonome dans la communauté. L'intervention, d'une durée de 12 semaines comprenait trois séances hebdomadaires de 35 minutes et consistait à jouer à l'un des sports programmés dans la console Wii de Nintendo®, soit les quilles, le tennis, le baseball, le golf ou la boxe. Le choix du sport et le lieu de pratique (à la maison ou au centre pour personnes âgées) étaient laissés au participant. À la fin des 12 semaines, des améliorations significatives à la composante santé mentale de la qualité de vie et au fonctionnement cognitif ont été notés. Le taux d'adhésion chez les participants a été de 84% (Rosenberg, Depp et al. 2010).

De leur côté, Bieryla and Dold (2013) ont mené une étude randomisée et contrôlée qui visait à mesurer la faisabilité d'utiliser la console Wii Fit avec Balance Board de Nintendo® pour améliorer l'équilibre de participants âgés. Le programme d'exercices comprenait plusieurs jeux dont l'ordre était préprogrammé : yoga, torsions du tronc, soccer et ski. Les participants, âgés de 82 ans en moyenne et vivant tous de façon autonome dans la communauté, ont pris part au programme sous supervision complète (supervision individuelle) à raison de trois séances hebdomadaires de 30 minutes pendant un mois. Les cinq participants ayant pris part à l'intervention ont amélioré leur score de façon significative sur l'échelle d'équilibre de Berg, passant de 50 à 53 points sur 56. Les auteurs estiment que la faible taille de l'échantillon et la courte durée de l'intervention ont été des limites importantes (Bieryla and Dold 2013).

Enfin, une intervention en activité physique faisant appel à la Kinect de Microsoft® en résidence pour personnes âgées a été répertoriée. Elle a été conduite par Sun, Huang et al. (2014) dans trois résidences de Taiwan au sein desquelles il y avait 9, 10 et 7 participants dont l'âge n'est pas précisé. Ceux-ci ont fait deux séances par semaine pendant six semaines. Deux groupes étaient supervisés et encouragés, le premier par un travailleur social et le deuxième par une infirmière tandis que le troisième ne bénéficiait ni de supervision ni d'encouragement. Le jeu, qui sollicitait exclusivement les membres supérieurs, était conçu pour se dérouler par périodes d'une minute et les participants étaient libres d'en compléter autant qu'ils le souhaitaient. Les chercheurs voulaient vérifier dans quelle condition le temps de jeu était pour être plus grand. Il s'est avéré que le temps de jeu a beaucoup varié entre les groupes, avec une moyenne allant de 1 à 9 périodes de jeux dans une séance. Tous les participants ont amélioré significativement leur temps de réaction à la suite de l'intervention, mais les groupes qui ont bénéficié de supervision l'ont amélioré davantage.

1.5 Sommaire

Malgré les connaissances sur les bienfaits de l'activité physique chez les personnes âgées, encore trop peu d'entre elles adhèrent à cette pratique. Cela est encore plus vrai dans les résidences pour personnes âgées. Les interventions en laboratoire ou en clinique ont des effets bénéfiques sur la santé, mais requièrent beaucoup de ressources, autant humaines que matérielles (Lowensteyn, Coupal et al. 2000, Marchionni, Fattiroli et al. 2003). Par ailleurs, ces interventions traditionnelles ne sont pas toujours adaptées à la réalité des personnes âgées fragiles qui, souvent, ont plusieurs problèmes de santé et se sentent facilement épuisées (Ferrucci, Guralnik et al. 2004). Pour elles, le simple fait de devoir sortir de leur milieu de vie peut être un élément dissuasif.

Les programmes d'exercices à la maison permettent de mieux répondre aux besoins de ces personnes, mais présentent certaines limites, telles qu'exposées plus tôt. Il s'avère difficile, en raison du manque de supervision et de la faible objectivité des données recueillies sur le niveau d'adhésion et la conformité avec le programme prescrit (Bollen, Dean et al. 2014), d'optimiser l'intervention en activité physique pour répondre précisément aux besoins de chaque personne. De plus, l'autonomie requise pour réaliser un programme d'exercices à la maison, sans la supervision constante d'un kinésiologue, ne convient pas nécessairement aux personnes qui ont un faible sentiment d'auto-efficacité et peu de motivation, une situation fréquente chez les individus qui ont plusieurs problèmes de santé (McAvay, Seeman et al. 1996). Ces personnes sont plus susceptibles d'adopter une nouvelle habitude de vie, telle que l'activité physique régulière, lorsqu'elles reçoivent un suivi étroit et des rétroactions constantes (Brassington, Atienza et al. 2002, Daly, Sindone et al. 2002).

À cet égard, les interventions en activité physique à l'aide d'une gérontechnologie, et plus spécifiquement les *exergames*, s'avèrent une avenue intéressante. Premièrement,

certaines technologies offrent au kinésologue la possibilité de suivre à distance la progression des participants. De plus, elles offrent un guidage et des rétroactions constantes qui permettent aux utilisateurs d'exécuter correctement les mouvements et de les corriger lorsque nécessaire. Deuxièmement, certaines technologies utilisées pour les *exergames* permettent d'adapter les exercices aux limitations de la personne, en configurant par exemple l'amplitude du mouvement, sa vitesse, sa durée, etc. Ces éléments contribuent aux sentiments de contrôle, d'autonomie et d'auto-efficacité (Gerling, Livingston et al. 2012). Troisièmement, les *exergames* peuvent favoriser la motivation à faire de l'activité physique, car les personnes âgées les trouvent divertissants (Aarhus, Grönvall et al. 2011), ce qui tend à réduire leurs perceptions négatives face aux exercices (fatigue, douleur et ennui) (Kato 2010). Comme les taux d'adhésion et les effets positifs sur les capacités fonctionnelles sont comparables à ceux des interventions traditionnelles (Skjæret, Nawaz et al. et al. 2016), l'utilisation des gérontechnologies pour faire de l'activité physique avec les personnes âgées nous apparaît tout indiqué.

Il importe tout de même de choisir la technologie la plus adéquate. Nous estimons que celle faisant appel à un système de détection de mouvement par caméra présente davantage de potentiel. En effet, ce système risque moins d'interférer avec les limitations des personnes âgées, notamment chez celles qui ont des problèmes d'équilibre (risques de chute liés à l'utilisation d'une plate-forme) et celles atteintes de problèmes musculosquelettiques aux membres supérieurs (douleurs potentielles provoquée l'utilisation de télécommandes). Cependant, le nombre d'études portant sur des interventions en activité physique faisant appel à une gérontechnologie basée sur un système de détection de mouvement demeurent faible, notamment auprès d'une population aînée vivant en résidence pour personnes âgées. De plus, la plupart des études ont été conduites en laboratoire ou en clinique, et non dans le milieu de vie des individus (Skjæret, Nawaz et al. 2016). Néanmoins, deux études pilotes récentes

témoignent du potentiel d'une telle intervention en activité physique. La première, conduite au domicile de personnes âgées ayant subi une blessure mineure, a démontré que l'utilisation d'une gérontechnologie était faisable et acceptable, et qu'elle pouvait, en 12 semaines, mener à l'amélioration de la vitesse de marche des participants (Lauzé, Martel et al. 2017). L'autre étude, conduite dans une résidence pour personnes âgées de la Floride, a mené, en seulement quatre semaines, à une amélioration des capacités fonctionnelles des participants (Valiani, Lauzé et al. 2016). Ces résultats encourageants nous ont poussé à investiguer davantage le potentiel d'une intervention en activité physique à l'aide d'une gérontechnologie auprès des personnes vivant en résidences pour personnes âgées.

CHAPITRE II

QUESTIONS ET HYPOTHÈSES

La présente étude a permis de répondre à deux questions qui ne sont pas présentement soulevées dans la littérature :

- 1) Une intervention en activité physique à l'aide d'une gérontechnologie dans les résidences pour personnes âgées est-elle faisable et acceptable?
- 2) Quels sont les effets physiques d'une intervention en activité physique à l'aide d'une gérontechnologie chez les personnes âgées vivant en résidence?

Afin de répondre à ces deux questions, nous avons, précédemment, posé les hypothèses suivantes :

- 1) L'utilisation d'une gérontechnologie comme outil d'intervention en activité physique auprès des personnes âgées vivant en résidence est faisable et acceptable.
- 2) L'activité physique à l'aide d'une gérontechnologie induit, immédiatement après l'intervention et à moyen terme, des effets bénéfiques et sur l'autonomie fonctionnelle, les performances physiques et les capacités fonctionnelles des personnes âgées vivant en résidence.
- 3) L'activité physique à l'aide d'une gérontechnologie permet d'augmenter, de façon volontaire, le niveau d'activité physique des personnes âgées vivant en résidence pendant la période d'intervention.

CHAPITRE III

MÉTHODOLOGIE

Cette section est consacrée à la méthodologie qui a été développée et mise en œuvre pour vérifier les hypothèses.

3.1 Devis de l'étude et participants

Il s'agit d'une étude transversale, randomisée et contrôlée incluant deux groupes expérimentaux et un groupe témoin. Le premier groupe expérimental, le groupe A, a été appelé à faire deux séances d'activité physique par semaine avec la technologie Jintronix®. Le deuxième groupe expérimental, le groupe B, a également été appelé à faire deux séances d'activité physique par semaine avec la technologie Jintronix®, mais était libre d'en faire autant qu'il le souhaitait, avec maximum d'une séance par jour. Le troisième groupe, le groupe C, a agi à titre de témoin et n'a bénéficié d'aucune intervention de notre part. L'étude est multicentrique puisqu'elle s'est déroulée au sein de quatre lieux différents (résidences pour personnes âgées).

L'intervention auprès des groupes A et B avait pour but de vérifier les trois hypothèses. La formation de deux groupes distincts avait pour but de vérifier l'ampleur des effets de l'intervention, s'il y a lieu. En effet, nous voulions vérifier si la possibilité d'utiliser « à volonté » la gérontechnologie pour faire de l'activité physique permettait d'amplifier les effets escomptés comparativement à une utilisation à fréquence minimale et fixe.

Le nombre de participants visé était de 36, répartis de façon aléatoire en trois groupes de 12 personnes comportant chacun un nombre égal d'hommes et de femmes. Nous avons ciblé un échantillon de cette taille afin d'avoir une puissance statistique suffisante pour détecter une différence dans les résultats au *Short Physical Performance Battery* (SPPB), un des tests au cœur de l'évaluation des effets de l'intervention (décrit ci-dessous). Il a été démontré qu'un changement de 0,5 point sur 12 au SPPB était cliniquement significatif (Perera, Mody et al. 2006). Cependant, comme le pointage individuel est basé sur des nombres entiers, la taille du groupe doit être suffisante pour détecter un changement (Kwon, Perera et al. 2009). La taille proposée de l'échantillon a aussi été basée sur les calculs effectués à l'aide du logiciel G-Power utilisés dans le cadre de nos études pilotes antérieures qui ont permis de détecter, au sein de groupes expérimentaux de 8 et 12 participants, des effets sur nos variables d'intérêt, soit les capacités fonctionnelles et plus précisément la vitesse de marche (Valiani, Lauzé et al. 2016, Lauzé, Martel et al. 2017).

3.1.1 Critères d'inclusion et d'exclusion

Les critères de sélection des participants ont été établis comme suit : 1) être âgé de 65 ans et plus, 2) vivre dans un résidence pour personnes âgées, 3) être en mesure de se déplacer de façon autonome dans la résidence et 4) avoir la capacité de se tenir debout sans aide pendant au moins une minute. Deux critères d'exclusion ont été établis soit: 1) la présence de problèmes de mobilité sévères (cette condition aurait pu entraver la capacité de l'individu à se déplacer de façon autonome à la salle dans laquelle se trouvait le téléviseur et le système Kinect® utilisés pour l'intervention et à exécuter les mouvements du programme d'exercices) et 2) la participation, au moment du recrutement ou dans les six mois précédents, à des activités physiques régulières d'intensité modérée ou vigoureuse (les effets de l'intervention avec la gérontechnologie sur les capacités physiques et fonctionnelles auraient pu être influencés par la condition

physique de base). Par activités physiques régulières, nous entendions la participation hebdomadaire à 150 minutes ou plus d'activité physique d'intensité modérée à vigoureuse. La participation à des activités physiques d'intensité légère sur une base régulière telles que les promenades à pied, les étirements et les tâches ménagères n'étaient pas un critère d'exclusion, car nous estimions que cela ne risquait pas de compromettre les effets de l'intervention.

3.1.2 Recrutement et assignation aléatoire

Les participants ont été recrutés dans quatre résidences pour personnes âgées de la région de Montréal. Pour ce faire, des responsables de résidences ont été rencontrés pour présenter le projet et établir une collaboration. Nous visons un minimum de deux et un maximum de six RPA au sein desquelles nous pourrions intervenir. Au cours de l'étude, quatre résidences ont accepté de participer : deux résidences du Groupe Soleil, le Manoir St-Laurent et le Manoir Plaza, et deux résidences du Groupe Excellence, le Symbiose et les Terrasses Versailles. Ces milieux de vie collectifs se retrouvent dans la catégorie « résidence privée pour personnes âgées » du tableau 1.1, avec un profil similaire de résidents, soit des personnes âgées avec perte d'autonomie légère à modérée. L'offre de services était similaire dans les quatre RPA.

Nous avons été invités à présenter le projet de recherche lors de rencontres d'information pour les résidents. Lors de ces rencontres, l'étude était expliquée sommairement (objectifs, intervention, profil de participants recherché). De plus, une annonce a été placée dans le journal local de trois des quatre résidences pour solliciter la participation des résidents. Les personnes intéressées étaient invitées à nous donner leur nom et coordonnées ou à nous contacter ultérieurement, selon leur préférence. Par la suite, un entretien téléphonique ou en face-à-face nous permettait de transmettre les détails de l'étude, incluant les implications du participant dans les évaluations et

l'intervention. Les personnes admissibles et toujours intéressées à la suite de cet entretien étaient ensuite rencontrées individuellement, dans leur appartement ou dans une salle désignée de la résidence, afin que l'on puisse leur présenter et leur expliquer en détails le contenu du formulaire de consentement. Une fois le consentement obtenu, nous passions à l'étape de l'assignation aléatoire du groupe du participant.

L'assignation aléatoire au groupe se faisait en demandant au participant de piger un coupon dans une enveloppe. Afin d'éviter les risques qu'un nombre important de personnes d'une résidence se retrouvent aléatoirement dans un même groupe, nous avons placé dans une enveloppe neuf coupons à la fois, soit trois assignations au groupe A, trois au groupe B et trois au groupe C. Cette procédure a été reconduite cinq fois au cours des vagues de recrutements afin que tous les volontaires puissent être assignés à un groupe de façon équitable au sein de chaque RPA.

Au final, 46 personnes répondant aux critères d'admissibilité se sont portées volontaires et ont fait l'évaluation initiale. Dans les groupes A et B, il y a eu respectivement trois et quatre désistements qui se sont produits durant la période de 12 semaines d'intervention. Les raisons des désistements ont été le manque de motivation et les problèmes de santé. Dans le groupe témoin (C), deux personnes se sont désistées après l'évaluation initiale, en indiquant qu'elles étaient insatisfaites du groupe auquel elles avaient été aléatoirement assignées, alors que les deux autres se sont désistées en raison de problème de santé. La figure 3.1 illustre le devis de l'étude et la répartition de participants.

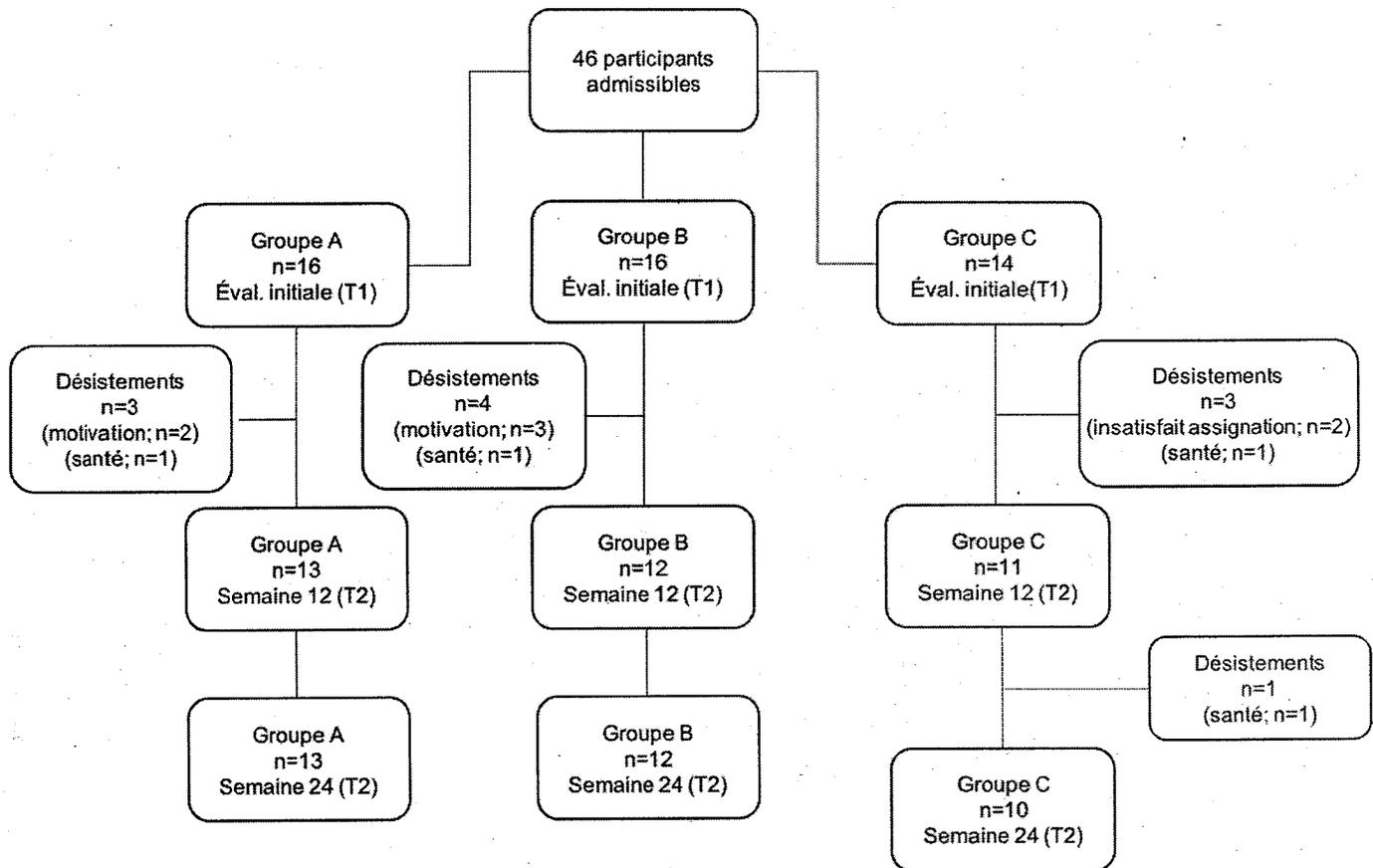


Figure 3.1 : Devis de l'étude et répartition des participants.

3.1.3 Échéancier

Les démarches auprès des premiers participants ont débuté en janvier 2016 et les dernières évaluations de suivi ont eu lieu en mars 2017.

3.1.4 Risques et avantages

Les risques et avantages pour les participants ont été expliqués en détails aux participants lors de la présentation du formulaire de consentement. Les risques pour

leur santé ont été jugés minimales et acceptables par le Comité institutionnel d'éthique de la recherche avec des êtres humains de l'UQAM (voir annexe 2 pour le certificat d'éthique du projet de recherche). Lors de la portion des tests de capacités fonctionnelles (tests physiques décrits plus bas) et des séances d'exercices pour les participants des groupes expérimentaux (A et B), des effets secondaires tels que des douleurs, de la fatigue, des étourdissements indésirables pouvaient survenir en raison de l'activité physique. Un risque de tomber était également à considérer. Cependant, toutes les précautions ont été prises afin de les réduire au maximum, autant pendant les évaluations que pendant les séances d'activité physique. Les consignes ont été décrites clairement, les tests et exercices seront exécutés dans un endroit exempt d'obstacles et une structure (chaise, table, mur, etc.) pour se tenir en cas de déséquilibre sera prévue.

Les étudiants à la maîtrise impliqués dans ce projet étaient tous des kinésioles, ce qui permettait d'assurer une supervision adéquate. Pour les participants aux groupes expérimentaux, le niveau de difficulté des exercices a été adapté à chacun tout au long de l'intervention. De plus, un kinésioles était présent lors des premières visites (séance de démonstration, séance 1 et séance 2 au minimum) pour transmettre toutes les consignes de sécurité. Si la situation l'exigeait, par exemple si un participant n'était pas en mesure d'exécuter les mouvements de façon sécuritaire ou s'il ne se sentait pas en sécurité lorsqu'il le faisait, le kinésioles était présent physiquement aux séances 3 et suivantes, jusqu'à ce que celui-ci juge que le participant puisse réaliser les séances d'activité physique de façon autonome et sécuritaire. Chaque participant était clairement informé de ne pas exécuter ou de cesser immédiatement les exercices s'il ressentait un malaise ou sentait que sa sécurité était compromise. Des chaises étaient placées à proximité du participant afin qu'il puisse s'asseoir ou reprendre son équilibre au besoin. Nous avons convenu avec les responsables des résidences qu'une personne ressource de l'établissement soit accessible et disponible lorsque les participants faisaient leur séance. Il pouvait par exemple s'agir de la personne à la réception qui

prend les actions nécessaires en cas de situation urgente, ce poste étant occupée 24 heures sur 24. Les séances se déroulaient dans une salle commune de la résidence, un endroit où les participants pouvaient avoir facilement accès à de l'aide ou à un téléphone en cas de besoin. Finalement, un suivi constant par le kinésologue, c'est-à-dire lors des séances supervisées ou à distance à partir du portail informatique lors des séances sans supervision directe, et par téléphone au besoin, permettait de modifier le niveau de difficulté des exercices en fonction des besoins et de la sécurité du participant.

Les risques potentiels ne sont pas hors de proportion par rapport aux avantages attendus de la recherche, car le programme d'exercice est adapté aux personnes âgées dont les capacités physiques et fonctionnelles peuvent être restreintes. Il est à noter que ce protocole d'intervention avait déjà reçu l'approbation éthique du Centre hospitalier de l'Université de Montréal (CHUM) et de l'UQAM pour une implantation à domicile auprès d'une population âgée et fragile. Aucun incident n'avait été rapporté par les participants au cours des 12 semaines d'intervention. Finalement, pour cette étude, il est important de noter que les participants présentaient plusieurs comorbidités et limitations physiques. Nous nous attendions à ce que l'état de santé des participants en résidence soit de même niveau. Ainsi, nous pouvions supposer que le risque d'incident était quasi nul, comme ce fut le cas pour cette étude pilote.

En ce qui concerne les avantages, les participants n'ont tiré aucun bénéfice financier en prenant part à cette étude. Cependant, ils ont eu accès, s'ils le souhaitaient, aux résultats de leurs tests de capacités fonctionnelles et de leur composition corporelle. Les participants faisant partie des groupes expérimentaux ont bénéficié d'un suivi personnalisé par un kinésologue et ont pu retirer des bénéfices personnels du programme d'activité physique en améliorant leur condition physique et leurs capacités fonctionnelles.

3.1.5 Éthique

En plus de la certification éthique (numéro 2015_e_679; voir annexe 2) émise le 8 décembre 2015, une séance de formation dans le cadre du cours Méthodes de recherche KIN8611 offerte par l'ancien vice-président et président du Comité institutionnel d'éthique de la recherche avec des êtres humains de l'UQAM, le professeur Marc Bélanger, a été suivie. Finalement, le didactiel sur l'Énoncé de politique des trois Conseils: Éthique de la recherche avec des êtres humains : Formation en éthique de la recherche (EPTC 2 : FER) et la formation en éthique du Ministère de la Santé et des services sociaux ont été complétés.

3.2 Déroulement et procédures

3.2.1 Évaluations

Une évaluation a été conduite auprès de tous les participants à trois moments précis de l'étude appelés T1 (avant l'intervention), T2 (post intervention) et T3 (suivi trois mois après l'intervention). Plus précisément, la première évaluation (T1) avait lieu dans la semaine précédant l'intervention, la deuxième (T2) après l'intervention, soit entre la 11^e à la 14^e semaine après l'évaluation initiale, et la troisième (T3) entre la 23^e à la 26^e semaine après l'évaluation initiale. Chaque évaluation durait approximativement 60 minutes et se déroulerait soit dans l'appartement du participant soit dans une salle désignée à cet effet au sein de la résidence. En plus des trois évaluations, tous les participants ont porté un accéléromètre durant trois périodes de sept jours, soit à la 1^{ère}, la 7^e et la 12^e semaine suivant l'évaluation initiale (T1) afin d'évaluer leur niveau d'activité physique volontaire.

3.2.2 Intervention en activité physique

Les participants des groupes expérimentaux (A et B) ont pris part à une intervention en activité physique à l'aide de la gérontechnologie durant 12 semaines. La fréquence était de deux séances par semaine pour les participants du groupe A (soit 24 séances au total) et d'un minimum de deux séances par semaine pour ceux du groupe B (soit 24 séances ou plus). La durée de 12 semaines et la fréquence de deux séances hebdomadaires ont été choisis en raison du profil anticipé des participants, soit une population fragile et/ou à risque de déclin (Paw, van Uffelen et al. 2008). Les participants étaient libres de réaliser les séances d'activité physique au moment où cela leur convenait, tout en respectant les consignes suivantes : ceux du groupe A devaient prendre une pause d'au moins une journée entre les séances et ceux du groupe B devaient se limiter à une séance quotidienne. La durée de chaque séance était d'environ 45 minutes.

Le programme d'activité physique a été conçu et réalisé à l'aide d'un logiciel d'exercices adaptés appelé Jintronix®. Ce logiciel est intégré dans un système de détection et de capture du mouvement utilisant la plateforme Kinect de Microsoft®. Il a été développé par la compagnie du même nom et comporte des exercices et des activités ludiques qui allient les stimulations physiques et cognitives. Il est à noter qu'au moment de débiter cette étude, Jintronix avait fait l'objet d'au moins une étude favorable à son utilisation pour la réadaptation de personnes ayant subi un accident vasculaire cérébral (Archambault, Norouzi et al. 2014) et qu'il a par la suite été testé chez une population âgée ayant consulté les urgences à la suite d'une blessure mineure (Lauzé, Martel et al. 2017) et une autre vivant dans une résidence pour personnes âgées (Valiani, Lauzé et al. 2016). Le programme d'activité physique que nous avons conçu pour la présente étude était adapté aux personnes âgées. Le contenu des séances d'exercices était basé sur les principes de base d'un entraînement recommandé pour

cette population (Van Norman 2010, American College of Sports Medicine 2013).

Chaque séance était composée des exercices suivants :

Partie 1 - Échauffement: 1 série de 5 exercices

- 1) Marche sur place sans bras
- 2) Abduction de la hanche debout
- 3) Extension de la hanche debout
- 4) Ouverture horizontale des bras (extension horizontale des épaules)
- 5) Marche sur place avec bras

Partie 2 - Cardiovasculaire: 2 séries de 7 exercices

- 1) Marche sur place avec bras
- 2) Step touch
- 3) Pas pointé
- 4) Deux pas de côté
- 5) Fente latérale
- 6) Talon aux fesses
- 7) Genou levé

Partie 3 - Renforcement et équilibre: 1 série de 8 exercices

- 1) Ski slalom (squat et flexion latérale du tronc)
- 2) Botté de soccer (flexion de la hanche et équilibre unipodal)
- 3) Éclate ballon (flexion horizontale de bras)
- 4) Course dans l'espace (abduction de l'épaule)
- 5) Tape taupe (déplacements latéraux et avant-arrière)
- 6) Escalade (équilibre unipodal)
- 7) Assis-debout
- 8) Labyrinthe (flexion et extension du tronc)

Partie 4 - Souplesse et retour au calme: 1 série de 4 exercices (sans Jintronix)

- 1) Étirement des ischio-jambiers
- 2) Étirement latéral du tronc
- 3) Étirement latéral du cou
- 4) Levé des bras vers le haut avec respiration profonde

Les exercices de la partie 4 (soit les exercices de souplesse et de retour au calme) étaient exécutés sans l'utilisation de Jintronix étant donné qu'au moment de l'étude, ceux-ci n'avaient pas encore été développés et intégrés dans le logiciel. Ainsi, sauf pour cette dernière partie de la séance, tous les exercices étaient réalisés devant un écran de télévision, avec le logiciel Jintronix®. Le participant était guidé de façon visuelle et auditive à travers cet écran. Les détails du programme d'exercices ainsi que toutes les consignes pour l'exécuter de façon adéquate et sécuritaire ont été transmis verbalement aux participants et par écrit, dans un cahier qui leur a été remis lors de la première séance et qu'ils ont conservé durant toute l'intervention.

Ce cahier du participant contenait toutes les consignes nécessaires à l'utilisation du système Jintronix et à l'exécution sécuritaire et adéquate des mouvements. De plus, dans la section journal de bord de ce cahier, les participants devaient noter des informations relatives à chaque séance : date, fréquence cardiaque, niveau de difficulté perçue, niveau d'appréciation personnelle et des commentaires, s'il y avait lieu. La fréquence cardiaque, prise au début et à la fin de la séance (sur 15 secondes, selon une méthode enseignée lors de la première séance), était monitorée afin de s'assurer que l'intensité des exercices était adéquate et que le participant récupérait correctement. Au besoin, l'intensité des exercices (vitesse et durée) était ajustée pour être en adéquation avec la condition physique de la personne. Ces données nous ont permis de monitorer les séances.

Par ailleurs, la progression des participants quant aux exercices était assurée de deux façons : 1) les séances supervisées où le kinésiologue présent pouvait observer l'exécution des mouvements, interroger le participant sur sa perception de l'effort et adapter les exigences en fonction des informations recueillies; et 2) le suivi à distance par le biais du portail Jintronix qui permettait de vérifier la qualité du mouvement à partir de l'évaluation automatique du logiciel effectuée par le système de capture du

mouvement par caméra (paramètres pré-établis par les développeurs et transmis à l'équipe de l'UQAM). À partir des résultats enregistrés, le kinésologue était en mesure d'adapter, à distance, les exigences de chaque exercice.

Les participants ont été appelés à réaliser, progressivement, leurs séances de façon autonome. Pour ce faire, nous avons assuré une supervision directe aux séances suivantes: les deux premières séances, la 2^e séance de la 2^e semaine, la 2^e séance de la 3^e semaine, la 2^e séance de la 6^e semaine et la 2^e séance de la 9^e semaine. Il était prévu que les autres séances soient réalisées de façon autonome, sans la présence d'un kinésologue. Cependant, si un participant ne se sentait pas apte à réaliser seul sa séance ou si nous avions un doute quant à sa capacité à la faire de façon sécuritaire, des séances supervisées additionnelles étaient ajoutées au programme tant et aussi longtemps que le participant en avait besoin. Durant les séances non supervisées, un kinésologue demeurait disponible sur appel, en tout temps, et se déplaçait pour rencontrer les participants lorsque nécessaire. Un soutien technique était également disponible pour assurer le bon fonctionnement du système.

3.3 Variables indépendantes

Les variables indépendantes de cette étude étaient les conditions elles-mêmes, c'est-à-dire le groupe (A, B ou C) auquel était assigné les participants.

3.4 Mesures d'évaluation

3.4.1 Profil des participants et facteurs de confusion

Afin de pouvoir dresser un profil des participants dans chacun des groupes et éventuellement de tenir compte du risque d'erreur lié aux variables de confusion qui

pouvaient biaiser les résultats, nous avons recueilli les informations suivantes par le biais de questionnaires.

3.4.1.1 Données sociodémographiques

Nous avons recueilli les caractéristiques sociodémographiques suivantes : le sexe, l'âge, l'origine ethnique, le niveau d'éducation, l'état matrimonial et l'occupation principale. Ces données ont été recueillies seulement lors de l'évaluation T1.

3.4.1.2 Comorbidités actuelles et liste de médicaments

Nous avons posé aux participants des questions relatives à leur état de santé actuel. Pour cela, le participant devait répondre s'il était, à ce moment, atteint ou pas de problèmes de santé. La liste des problèmes de santé a été inspirée de l'enquête sociale et de santé 1998 (Institut de la statistique du Québec 2001).

Nous avons également demandé aux participants de dresser la liste des médicaments qu'ils prenaient. Ces informations ont permis, d'une part, d'adapter les interventions et, d'autre part, d'en tenir compte lors de l'analyse des résultats.

La présence de plusieurs problèmes de santé (et leur interaction) étant associée à une incapacité fonctionnelle plus importante (Colón-Emeric, Whitson et al. 2013), il s'avèrait donc important de prendre en considération ces informations dès le départ.

3.4.1.3 Évaluation des dysfonctions cognitives légères

Le test *Montreal Cognitive Assessment* (MoCA) a été administré afin de mesurer l'état cognitif des personnes âgées (Nasreddine, Phillips et al. 2005). Cette évaluation avait pour but de dresser un profil des participants de chacun des groupes et de vérifier si le déclin cognitif peut jouer un rôle sur la faisabilité et l'acceptabilité de l'intervention. En effet, un faible score au MoCA, traduisant un déficit cognitif, aurait pu avoir une incidence sur certaines capacités du participant, soit celle de réfléchir, de se concentrer et de se rappeler des consignes entourant sa participation. Cependant, il est à noter que le score précis permettant de détecter les déficits cognitifs ne fait pas consensus dans la communauté scientifique. Les auteurs du MoCA ont initialement proposé qu'un score de moins de 26/30 laissait sous-entendre un déficit cognitif (Nasreddine, Phillips et al. 2005). Cependant, d'autres études ont démontré que le test était sensible à l'âge, à l'origine ethnique et au niveau d'éducation, et qu'il s'avèrait important de tenir compte de ces facteurs démographiques dans l'établissement de scores limites au MoCA (Rossetti, Lacritz et al. 2011). Certains auteurs proposent qu'un score de moins de 20 soit utilisé pour établir la présence d'un déficit (Waldron-Perrine and Axelrod 2012). Ainsi, la présence potentielle de déficits cognitifs, établie par le score au MoCA, avait pour but de dresser le profil des participants et de prendre en considération ce facteur dans l'analyse de faisabilité de l'intervention.

3.4.1.4 Mesures anthropométriques et analyse corporelle par bio-impédance

La taille, la masse corporelle, la circonférence abdominale, la circonférence des hanches, la longueur du membre inférieur et la circonférence des jambes ont été prises selon les méthodes normalisées (Lohman, Roche et al. 1988, World Health Organization 2008a, Yates 2012). Plus spécifiquement, la taille a été mesurée à l'aide d'un ruban rigide accolé au mur. Le participant devait s'adosser en prenant soin de

coller ses talons et sa tête au mur. Le poids corporel a été pris à l'aide du pèse-personne intégré dans l'analyseur de l'appareil de bio-impédancemétrie (Omron® modèle HBF-510). La circonférence de la taille et celle des hanches ont été mesurées avec un ruban souple. La première mesure a été prise autour de la partie se situant à mi-distance entre les crêtes iliaques et les dernières côtes flottantes alors que la deuxième a été prise autour de la partie la plus large des hanches de l'individu. La longueur du membre inférieur a été calculée d'un seul côté, avec un ruban souple, en position debout, à partir du grand trochanter jusqu'au point central de la malléole externe. La circonférence des jambes a été calculée en plaçant le ruban autour de la partie la plus protubérante de la jambe, plus précisément au niveau du mollet. Étant donné le risque d'erreur intra et inter évaluateurs entre les mesures d'une évaluation à l'autre, la taille et la longueur du membre inférieur n'ont été prises qu'à l'évaluation initiale. Ces données anthropométriques initiales ont été conservées pour les évaluations T2 et T3.

À l'aide de ces mesures, l'indice de masse corporelle (IMC) a été calculée en divisant la masse (kg) par la taille au carré (m^2). À partir de l'IMC, il nous a été possible de classer les participants selon leur niveau de risque pour la santé, en fonction des normes de Santé Canada (2003) selon lesquelles un indice de 18,5 à 24,9 correspond à un risque moindre, < 18,5 ou 25,0 à 29,9 à un risque accru et $\geq 30,0$ un risque élevé.

Deuxièmement, nous avons calculé le ratio de la circonférence de la taille sur la circonférence des hanches (taille en cm/hanches en cm). Selon les normes de l'Organisation mondiale de la santé, un ratio > 1,0 chez l'homme et > 0,85 chez la femme indique une accumulation de graisse au niveau abdominal et s'avère être un indicateur reconnu de risques de maladie et de mortalité (World Health Organization 2008b).

Troisièmement, nous avons utilisé les valeurs de masse corporelle, de longueur du membre inférieur et d'un test de capacité fonctionnel (assis-debout, voir description ci-dessous), pour estimer la puissance des membres inférieurs (Takai, Ohta et al. 2009). La formule utilisée est la suivante :

$$\text{Indice de puissance des membres inférieurs} = \frac{[(L-0,4) \times M \times g \times R]}{T}$$

où L est la longueur du membre inférieur en m, M est la masse corporelle en kg, g est l'accélération due à la gravité (9,8 m/s²), R est le nombre de répétition du mouvement assis-debout et T est le temps d'exécution.

Quatrièmement, la circonférence des jambes a été mesurée afin d'avoir un indice supplémentaire sur les risques de réduction des capacités fonctionnelles des participants. En effet, cette variable s'avère un indicateur clinique de sarcopénie et une circonférence inférieure à 31 cm chez la femme a été associée à un déclin de la mobilité et de l'autonomie dans l'accomplissement des AVQ et AIVQ (Rolland, Lauwers-Cances et al. 2003). Plus récemment, une autre étude a suggéré qu'une circonférence inférieure à 34 cm chez l'homme et 33 cm chez la femme pouvait être considérée comme un marqueur de sarcopénie chez la personne âgée (Kawakami, Murakami et al. 2015).

Finalement, la composition corporelle a été mesurée à l'aide d'un analyseur par bio-impédancemétrie de marque Omron® modèle HBF-510. Les mesures de composition corporelle ont été les suivantes : pourcentage de masse adipeuse et pourcentage de masse maigre.

3.4.1.5 Questionnaire sur l'indice de fragilité

Le questionnaire *Study of Osteoporotic Fractures* (SOF), un outil validé pour mesurer la fragilité chez les personnes âgées (Ensrud, Ewing et al. 2009), a été utilisé pour dresser le profil de base des participants et évaluer son évolution au cours des six mois d'étude. L'indice de fragilité permet de dresser le profil quant aux risques d'événements indésirables tels que les maladies, les chutes, le déclin fonctionnel et l'incapacité. Cet indice est basé sur l'évaluation de trois composantes : 1) la perte non intentionnelle de poids corporel au cours de six derniers mois (plus de 10 livres ou 5% du poids); 2) une incapacité à exécuter cinq répétitions du mouvement assis-debout sans appui-bras; et 3) un manque d'énergie. Les personnes qui ne présentent aucune problématique sont considérées robustes alors que celles qui en présentent une ou au moins deux sont jugées, respectivement, pré-fragiles ou fragiles.

3.4.1.6 Questionnaire de mesure de la qualité de vie

Nous avons administré un questionnaire pour obtenir le point de vue des participants sur leur état de santé global, le *Short Form (36) Health survey* (SF-36). Ce questionnaire validé auprès de la population âgée aborde huit dimensions de la santé qui permettent de dresser un portrait de la qualité de vie (Ware Jr and Sherbourne 1992, Lepège, Ecosse et al. 1998). Cette mesure avait pour but d'établir un profil de base et d'évaluer dans quelle mesure la qualité de vie des participants, au niveau social, psychologique et physique, avait une influence sur l'intervention en activité physique et vice versa.

3.4.1.7 Questionnaire sur les chutes et la peur des chutes

Le questionnaire validé *Falls Efficacy Scale-International (FES-court)* a permis d'évaluer le profil des participants par rapport aux chutes (Yardley, Beyer et al. 2005, Greenberg 2011). Ce questionnaire permet, à partir de sept mises en situation d'activités quotidiennes et sociales, de mesurer le niveau de préoccupation quant aux chutes à l'aide une échelle allant de 1 (complètement confiant) à 4 (pas du tout confiant). En fonction du score total, une personne est considérée peu préoccupée (7-8), modérément préoccupée (9-13) ou très préoccupée (14-28) par les chutes. Cette mesure valide de la peur de tomber avait pour but, d'une part, d'adapter pour les participants des groupes expérimentaux, le programme d'activité physique proposé et, d'autre part, de constater s'il y a eu des changements dans cette préoccupation au cours des six mois de l'étude.

3.4.2 Variables dépendantes

Afin de répondre à la question sur les effets d'une intervention en activité physique à l'aide d'une gérontechnologie chez les personnes âgées vivant en résidence, nous avons mesuré des variables nous permettant de vérifier les hypothèses posées.

3.4.2.1 Questionnaire sur le niveau d'autonomie fonctionnelle

Nous avons utilisé un questionnaire sur l'autonomie fonctionnelle validé dans les résidences pour personnes âgées appelé le Système de Mesure de l'Autonomie Fonctionnelle (SMAF) (Dubuc, Hébert et al. 2004) pour dresser le profil des participants et mesurer les effets de l'intervention sur ce degré d'autonomie. Ce questionnaire qui comporte 29 items évalue cinq composantes de l'autonomie fonctionnelle : AVQ, mobilité, communication, fonctions mentales et AIVQ. Pour

chaque composante, un score de 0 (autonome) à -3 (totalement dépendent) est attribué en fonction des capacités de la personnes à accomplir les activités (Hébert, Guilbault et al. 2001). Bien que le SMAF soit également conçu pour évaluer les ressources physiques et sociales disponibles pour compenser les déficits de la personne, ces informations n'étaient pas jugées nécessaires dans le cadre de cette étude, et seule la portion des incapacités a été complétée, ce qui permettait d'obtenir un score allant de 0 to -87.

3.4.2.2 Tests de capacités fonctionnelles et de force

a) *Short Physical Performance Battery (SPPB)*

Nous avons conduit le test *Short Physical Performance Battery (SPPB)* qui permet de mesurer la capacité à performer des tâches impliquant les membres inférieurs. Il s'agit d'une évaluation largement utilisée auprès de la population aînée et étroitement lié aux risques d'incapacité. Cette batterie de tests validée par Guralnik, Simonsick et al. (1994) permet de mesurer la performance physique associée aux membres inférieurs et de classer les personnes sur une échelle en fonction de leur niveau de limitations. Le SPPB comprend trois tests pour lesquels un score de 0 à 4 points est accordé en fonction de la performance réalisée, pour un score total possible de 12.

- i. Équilibre debout: Il est demandé au participant de se tenir debout, sans appui, dans trois positions de façon subséquente pendant 10 secondes (pieds joints, pieds décalés et pied talon-pointe). La durée de l'équilibre est chronométrée et si la personne perd l'équilibre avant d'atteindre les 10 secondes, le temps sera noté.
- ii. 5 répétitions du mouvement assis-debout sur une chaise : Il est demandé au participant de se lever et de s'asseoir sur une chaise à cinq reprises de façon

continue. La personne doit croiser ses bras sur sa poitrine et éviter d'utiliser les appui-bras ou de se laisser tomber sur la chaise. Le temps requis pour compléter les cinq répétitions est chronométré et noté. Si la personne est incapable de compléter la tâche tel que demandé, les observations sont notées, par exemple le nombre de répétitions complétées, l'utilisation des appui-bras ou le non-contrôle du mouvement au moment de s'asseoir. Dans ce cas, une note de 0 lui est attribué. En plus du SPPB, ces dernières informations sont utilisées pour répondre à l'une des questions du questionnaire sur la fragilité, le SOF.

- iii. Marche sur 4 mètres : Une distance de 4 mètres est mesurée dans l'appartement du participant (ou dans un corridor, si nécessaire). Il est demandé au participant de parcourir cette distance en marchant, sans aide, à une vitesse normale, c'est-à-dire à la même vitesse que s'il marchait à l'extérieur, sur le trottoir. Le temps requis pour parcourir la distance de 4 mètres est chronométré et noté. Si la personne n'est pas en mesure de parcourir la distance sans aide à la marche, elle peut le faire avec une canne ou une marchette. Dans ce cas, une note de 0 lui est attribuée pour cette section du SPPB.

Une personne qui totalise un score inférieur à 10 présente un risque de perte de mobilité (Vasunilashorn, Coppin et al. 2009). Ce risque augmente de façon significative chez les personnes dont les score est de 6 ou moins (Guralnik, Ferrucci et al. 2000).

b) Vitesse de marche normale sur 4 mètres

Le temps requis pour parcourir la distance de 4 mètre a été convertie en vitesse de marche. Cette conversion a permis d'analyser cette variable de façon distincte, étant donné que la vitesse de marche normale est un indicateur important de l'autonomie

fonctionnelle. Plus précisément, cette variable est un prédicteur d'événement indésirables (Abellan Van Kan, Rolland et al. 2009). D'ailleurs, une vitesse de marche plus lente que 0,8 m/s est associée à un risque de déclin fonctionnel et de mortalité alors qu'une vitesse de 1,0 m/s ou plus est associée à un risque réduit de problèmes de mobilité et d'événements indésirables (Abellan Van Kan, Rolland et al. 2009).

c) *Timed-up-and-go* sur 3 mètres (TUG 3m)

Nous avons évalué la mobilité fonctionnelle des participants à l'aide du TUG 3m. Pour ce test, le participant débute assis sur une chaise. Il lui est demandé de se lever, de marcher à vitesse normale, de contourner un cône placé à une distance préalablement mesurée de 3 mètres devant lui et de revenir s'asseoir sur la chaise de départ. Le temps pour effectuer cette tâche est chronométré et noté. Le TUG est un test fiable et valide permettant de mesurer la mobilité fonctionnelle chez la population âgée (Podsiadlo and Richardson 1991). Selon ces auteurs, le temps requis pour compléter le TUG est un prédicteur du déclin de l'autonomie d'une personne. Ils estiment que le seuil de risque accru se situe à plus de 30 s. Ce test est souvent utilisé pour évaluer les risques de chutes. À cet égard, des auteurs estiment qu'une personne qui prend plus de 14 s pour compléter le test présente un risque accru (Shumway-Cook, Brauer et al. 2000).

d) Équilibre unipodal

Nous avons mesuré l'équilibre statique avec un test d'équilibre unipodal. Il a été demandé aux participants de se tenir en équilibre, sans appui, sur un pied, le plus longtemps possible. La durée du maintien l'équilibre unipodal est chronométrée, jusqu'à concurrence de 60 secondes. Dès que la personne pose le pied en suspens sur le sol ou s'appuie avec une autre partie de son corps, le chronomètre est arrêté et le temps sera noté. Le test a été effectué sur chaque pied, dans l'ordre choisi par le participant. Le meilleur des deux scores sera conservé. Un résultat de 5 s ou moins indique un risque de chute (Vellas, Wayne et al. 1997).

e) Test de force de préhension

Un seul test de force a été effectué, celui de la force de préhension. Il s'agit d'une mesure de prédiction reconnue et validée du déclin des capacités fonctionnelles (Al Snih, Markides et al. 2004). La force maximale volontaire a été mesurée avec un dynamomètre de préhension pour la main de marque Lafayette Instrument® comportant une poignée ajustable. Lors du test, le participant doit se tenir debout avec le bras allongé, mais non collé, le long du corps et serrer la poignée le plus fort possible pendant quatre secondes. Trois essais sont conduits en alternance pour chaque main. Chaque résultat est noté et le meilleur des six est conservé comme résultat final. Pour des raisons d'application clinique, la force, habituellement calculée en Newton, a été convertie en kg.

À partir de la masse corporelle et du test de force de préhension, nous avons calculé l'indice de dynapénie (force de préhension en kg/masse corporelle en kg) tel que validé par Barbat-Artigas, Dupontgand et al. (2011). Cet indice permet de classifier les personnes en fonction de leur niveau de dynapénie. Celle de type I correspond à un indice qui se situe d'un à deux écart-types sous la moyenne de la population de référence alors que celle de type II correspond à plus de deux écart-types en deçà de cette même valeur de référence. En fonction des références précédemment établies par Barbat-Artigas, Dupontgand et al. (2011), les femmes qui obtiennent un indice de 0,44 à 0,35 sont considérées dynapéniques de type I alors que celles qui obtiennent une valeur inférieure à 0,35 sont considérées dynapéniques de type II. Pour les hommes, un indice 0,61 à 0,50 correspond à une dynapénie de type I alors qu'une valeur inférieure à 0,50 correspond à une dynapénie de type II.

3.4.2.3 Niveau d'activité physique

a) Niveau d'activité physique auto-déclaré

La grille *Rapid Assessment of Physical Activity* (RAPA) a été utilisée pour mesurer le niveau d'activité physique auto-déclaré (Topolski, LoGerfo et al. 2006). Sept points sont accordés à la portion des activités de type aérobie permettant de classer une personne comme étant sédentaire (1 point), sous-active (2 points), sous-active avec activités d'intensité légère régulières (3 points), sous-active avec activités d'intensité modérée à vigoureuse régulières (4-5 points) ou active (6-7 points). De plus, un maximum de trois points sont accordés pour les activités de type renforcement et souplesse, pour un total de 10 points. Cette brève évaluation du niveau d'activité physique a permis, en premier lieu, d'exclure les personnes dont le niveau d'activité serait élevé et pour qui l'intervention aurait potentiellement eu peu ou pas d'effet. Elle a aussi permis de mesurer le changement de niveau d'activité physique auto-déclaré au cours de l'étude.

b) Niveau d'activité physique à l'aide de la fonction podomètre d'un accéléromètre

Afin de mesurer de façon objective le niveau d'activité des participants, nous avons estimé le nombre de pas à l'aide de l'accéléromètre uniaxial Suzuken Lifecorder PLUS NL-2160 (New Lifestyles Inc.) dans lequel est intégré un podomètre. Il mesure également la dépense énergétique de façon indirecte en calculant, à intervalle de quatre secondes, la fréquence et la vitesse des mouvements exécutés au cours d'une période, en fonction des paramètres individuels des participants (âge, sexe, taille et poids). L'utilisation de cet appareil dans un environnement non contrôlé tel que le domicile d'une personne a été validée (Schneider, Crouter et al. 2004). Les participants ont porté l'appareil pendant trois période sept jours, plus précisément au cours de la 1^{ère}, de la 7^e et de la 12^e semaine suivant l'évaluation initiale. Les consignes concernant le port de cet appareil ont été transmises à chaque utilisation. Les participants devaient le porter

à la taille en tout temps, sauf pour aller se laver et aller au lit. Une durée de sept jours de port de podomètre est jugée amplement suffisante pour l'obtention de données fiable chez la population âgée (Strycker, Duncan et al. 2007). Cela permet de collecter au moins quatre jours complets de données dans chaque période de sept jours, ce qui est considéré suffisant pour mesurer le nombre de pas moyen quotidien chez les personnes âgées (Hart, Swartz et al. 2011). L'utilisation d'un accéléromètre/podomètre avait pour but de déterminer dans quelle mesure la participation à un programme d'exercices a eu des effets sur le niveau d'activité physique volontaire général.

Le déroulement du projet, du point de vue des participants, est présenté dans le tableau 3.1 ci-dessous.

Tableau 3.1 : Calendrier des évaluations et interventions.

Moment	Description	Participants
Première rencontre	Évaluation initiale (T1)	Groupes A, B et C
Deuxième rencontre	Installation de l'appareil et familiarisation avec le programme d'exercices	Groupes A et B
Semaine 1	Port de l'accéléromètre	Groupes A, B et C
	Début des séances d'exercices	Groupes A et B
Semaines 2 à 6	Poursuite des séances d'exercices	Groupes A et B
Semaine 7	Port de l'accéléromètre	Groupes A, B et C
	Poursuite des séances d'exercices	Groupes A et B
Semaines 8 à 11	Poursuite des séances d'exercices	Groupes A et B
Semaine 12	Port de l'accéléromètre	Groupes A, B et C
	Poursuite des séances d'exercices	Groupes A et B
Entre les semaines 11 à 14	Évaluation post-intervention à 3 mois (T2)	Groupes A, B et C
Entre les semaines 23 à 26	Évaluation de suivi 6 mois (T3)	Groupes A, B et C

3.4.3 Mesures de la faisabilité et de l'acceptabilité de l'intervention

Afin de répondre à la question sur la faisabilité et l'acceptabilité d'une intervention en activité physique à l'aide d'une gérontechnologie chez les personnes âgées vivant en résidence, nous avons mesuré des variables nous permettant de vérifier l'hypothèse 3.

3.4.3.1 Faisabilité

La faisabilité a été évaluée de façon objective à partir des variables suivantes :

a) Adhésion au programme d'activité physique

À partir des rapports disponibles dans le logiciel Jintronix®, nous avons calculé la proportion des séances d'AP réalisées au cours de 12 semaines d'intervention sur le total prescrit, soit 24, tel que préconisé par Picorelli, Pereira et al. (2014). Pour être considérée comme ayant été réalisée, au moins la moitié des jeux et exercices prévus devait avoir été réalisée par le participant au cours de la séance. L'objectif visé pour le niveau d'adhésion au programme était de 80%, soit 19,2 séances réalisées au cours de 12 semaines d'intervention.

b) Autonomie

Nous avons calculé la proportion des séances d'AP réalisée en autonomie, c'est-à-dire sans la supervision directe d'une kinésiologue, sur le nombre total de séances réalisées. L'objectif visé pour le niveau d'autonomie était de 50%.

c) Conformité

Nous avons utilisé le rapport généré par le logiciel Jintronix® comme mesure de la qualité des mouvements. À partir de la lecture automatisée faite par le système de

capture de mouvement par caméra, une note sur 100 est attribuée pour la performance atteinte lors de l'exécution de chaque jeu/exercice. Les paramètres d'évaluation sont spécifiques à chaque jeu/exercice. Par exemple, lors du botté au soccer, le score accordé sera celui du nombre de botté réussi (qui atteint cible) sur le nombre de botté présenté au participant. Cependant, les exigences pour qu'un botté soit réussi sont ajustés en fonction du niveau de difficulté. Prenant toujours le botté de soccer comme exemple, les différents paramètres qui permettent de modifier le niveau de difficulté sont le nombre de bottés, la vitesse d'arrivée du ballon, les angles du botté et la précision du botté sur la cible. Les paramètres d'évaluation de la qualité ont été développés par Jintronix®, mais nous avons pu y contribuer. En effet, nous avons testé ces paramètres lors d'une étude pilote qui a précédé celle-ci. Au moment de réaliser ce projet de recherche, seuls les exercices de la partie renforcement et équilibre étaient paramétrés pour l'évaluation de la qualité. Ainsi, le score de qualité obtenu ne tient compte que des huit jeux/exercices de cette portion du programme d'AP. L'objectif visé pour la qualité était de 80%.

3.4.3.2 Acceptabilité

L'acceptabilité a été évaluée de façon subjective, à l'aide d'échelles visuelles (à valeurs discrètes). À la fin de chaque séance, les participants devaient répondre, dans leur journal de bord, à deux questions concernant les exercices des parties 2 et 3 de la séance d'AP (cardiovasculaire et renforcement et équilibre). Pour chacun des exercices réalisés au cours de la séance, ils devaient indiquer leur perception quant au niveau de difficulté et à leur appréciation personnelle. Les consignes sur la façon de compléter le journal de bord ont été données lors de la première séance. Elles étaient également écrites dans le Cahier du participant, et donc disponibles en référence en tout temps.

Plus précisément, pour le niveau de difficulté perçue, les participants devaient répondre à la question *Comment avez-vous trouvé l'exercice ?* en encerclant l'un des quatre cercles de couleur : vert pour *facile*, jaune pour *légèrement difficile*, orange pour *difficile* ou rouge pour *très difficile* (voir tableau 3.2). Cette méthode, plus simple et plus facile à compléter que l'échelle de 6 à 20 de Borg habituellement utilisée (Borg 1982), facilite aux personnes âgées la tâche d'évaluation de leur perception de l'effort (Serafim, Tognato et al. 2014).

Tableau 3.2 : Échelle visuelle de difficulté perçue.

Comment avez-vous trouvé l'exercice ?

	facile
	légèrement difficile
	difficile
	très difficile

Pour ce qui de l'appréciation personnelle des exercices, les participants devaient répondre à la question *Comment avez-vous aimé l'exercice ?* en encerclant l'un des quatre pictogrammes qui correspond aux réponses suivantes: *pas du tout*, *un peu*, *bien* ou *beaucoup* (voir tableau 3.3). Cette échelle d'appréciation est inspirée d'échelles d'appréciation de l'activité physique (Kendzierski and DeCarlo 1991, Mullen, Olson et al. 2011). Cependant, elle a été grandement simplifiée, avec une question unique et quatre réponses possibles afin d'assurer la conformité des participants qui devaient évaluer 15 exercices à chaque séance.

Tableau 3.3 : Échelle visuelle de difficulté perçue.

Comment avez-vous aimé l'exercice?

	pas du tout
	un peu
	bien
	beaucoup

L'objectif visé pour conclure à l'acceptabilité de l'intervention était que 80% des exercices évaluées soient, sur le plan de la difficulté perçue, jugés *facile* ou *légèrement difficile* et, sur le plan de l'appréciation personnelle, soient *beaucoup* ou *bien* aimés.

3.5 Analyses

Les analyses quant aux effets de l'intervention ont été conduites à l'aide du logiciel SPSS version 24. Un $p \leq 0,05$ a été considéré comme significatif. Les analyses des données sur la faisabilité et l'acceptabilités ont été réalisées avec le logiciel Excel de Microsoft. Nous avons d'abord effectué un test de normalité de Shapiro-Wilk pour vérifier la distribution des données. Étant donné la faible taille de l'échantillon et la distribution anormale de presque toutes les variables, nous avons effectué des tests non-paramétriques.

Afin de déterminer si les groupes avaient les mêmes caractéristiques (données sociodémographiques, profil de santé et capacités fonctionnelles) à la base, un test non-paramétrique pour deux échantillons indépendants (Mann-Whitney) a été conduit.

3.5.1 Analyses des effets de l'intervention

a) Analyses intra-groupe

Pour vérifier les effets de l'intervention dans chacun des groupes, un test non-paramétrique pour deux échantillons liés (Wilcoxon) a été effectué entre les variables recueillies à chaque évaluation (T1 et T2, T1 et T3, T2 et T3), tel qu'illustré dans les tableaux 3.4 et 3.5. Pour les effets de l'intervention sur la santé et les capacités fonctionnelles, nous avons combiné les groupes A et B en un seul groupe expérimental, le groupe EX (tableau 3.4), mais exclu ceux qui ont réalisé plus de 24 séances. Cette méthode a été choisie en raison du peu de participants du groupe B qui ont réalisé plus de 24 séances (voir chapitre V). Cela a permis d'élargir l'échantillon tout en évitant d'inclure des participants dont le nombre plus important de séances réalisées risquait d'influencer les résultats. Pour les effets sur le niveau d'activité physique, les trois groupes ont été analysés de façon séparée (tableau 3.5).

Tableau 3.4 : Analyse intra-groupe des effets de l'intervention sur la santé et les capacités fonctionnelles.

	Groupe EX (A et B)	Groupe CON (C)
T1		
T2		
T3		

Tableau 3.5 : Analyse intra-groupe des effets de l'intervention sur le niveau d'activité physique.

	Groupe A	Groupe B	Groupe C
T1			
T2			
T3			

Pour l'analyse du niveau d'activité physique par accélérométrie (nombre de pas), les temps T1, T2 et T3 sont remplacés par les temps suivants : 1^{ère} sem, 7^e sem et 12^e sem.

b) Analyses inter-groupes

Nous avons également comparé les effets entre les groupes. Pour ce faire, nous avons comparé soit les résultats entre les groupes à chaque temps d'évaluation (T1, T2 et T3), soit les changements dans les résultats observés à l'intérieur de chaque période d'évaluation, c'est-à-dire le delta entre T1 et T2, T2 et T3 ainsi que T1 et T3. Les équations utilisées pour le calcul du delta sont les suivantes (exemples donnés pour le delta entre T1 et T2):

En valeur absolue : $\Delta = \text{Résultat à T2} - \text{Résultat à T1}$

En valeur relative (%): $\Delta = \frac{\text{Résultat à T2} - \text{Résultat à T1}}{\text{Résultat à T1}} \times 100$

Comme précédemment, pour les effets de l'intervention sur la santé et les capacités fonctionnelles, nous avons combiné les groupes A et B en un seul groupe expérimental, le groupe EX (tableau 3.6), alors que pour les effets sur le niveau d'activité physique, les trois groupes ont été analysés de façon séparée (tableau 3.7).

Tableau 3.6 : Analyse inter-groupes des effets de l'intervention sur la santé et les capacités fonctionnelles.

	Groupe EX (A et B)	Groupe CON (C)
T1		
T2		
T3		

a) Adhésion au programme d'activité physique

À partir des rapports disponibles dans le logiciel Jintronix®, nous avons divisé le nombre de séances complétées par le nombre prescrit, soit 24. Nous avons ensuite calculé la moyenne et l'écart-type.

b) Autonomie

Nous avons maintenu un journal de bord durant toutes les séances réalisées sous la supervision d'un kinésologue. À partir du nombre total de séances réalisées, nous avons déterminé la proportion d'entre elles qui ont été réalisées en autonomie, soit sans la présence du kinésologue. Nous avons ensuite calculé la moyenne et l'écart-type.

c) Conformité

À partir des rapports disponibles Jintronix®, nous avons calculé la moyenne et l'écart-type des résultats (score de qualité sur 100 obtenu selon les normes expliquées en 3.2.2) pour l'ensemble de la portion équilibre et renforcement.

En ce qui concerne l'acceptabilité, nous avons calculé, pour le niveau de difficulté perçue, le nombre de chaque réponse obtenue (*facile, légèrement difficile, difficile, très difficile*) sur le nombre total de réponses fournies à la question *Comment avez-vous trouvé l'exercice?* pour obtenir la proportion de chaque réponse. La même démarche a été appliquée pour l'appréciation personnelle des exercices, c'est-à-dire que nous avons calculé, le nombre de chaque réponse obtenue (*pas du tout, un peu, bien, beaucoup*) sur le nombre total de réponses fournies à la question *Comment avez-vous aimé l'exercice ?* pour obtenir la proportion de réponse.

CHAPITRE IV

FEASIBILITY AND EFFECTS OF A PHYSICAL ACTIVITY PROGRAM USING A GERONTECHNOLOGY IN ASSISTED LIVING COMMUNITIES FOR OLDER ADULTS

Article publié dans Journal of American Medical Directors Association (Lauze, Martel et al. 2017)

Martine Lauzé¹, Dominic D Martel¹ and Mylène Aubertin-Leheudre¹

¹Département des Sciences de l'activité physique, Université du Québec à Montréal, Montréal, Québec, Canada

Key words: gerontechnology, exergames, physical activity, nursing homes, home-based exercise program, older adults, functional capacities

4.1 Abstract

BACKGROUND: There is an increasing number of older adults residing in assisted living communities. Despite the benefits of physical activity (PA) on physical and cognitive capacities, and the opportunities for being active offered in these living environments, this population is highly sedentary and more at risk of physical decline. This study aimed to assess the feasibility, the acceptability and the effects of PA intervention using an gerontechnology in assisted living communities.

METHODS: Forty-two older adults in 4 assisted living communities were recruited and randomly assigned to an exercise intervention group (EX) or a control group

(CON) using a 2/1 ratio. The EX group followed a 12-week PA program (two sessions/week) using a gerontechnology. Body composition, health status, quality of life and functional capacities were evaluated at baseline, 12 weeks and 24 weeks after baseline.

RESULTS: Differences between groups were observed in the number of reported comorbidities (EX:3.1±1.6 vs CON:5.0±1.8; p=0.007), SF-36 total score (EX:80±10% vs. CON:66±15%; p=0.004) and SPPB total score (EX:9.1±1.8 vs. CON:7.5±1.4; p=0.006) at baseline. EX group completed 89±17% of the 24 prescribed sessions and realised 67±13% of them in autonomy, reaching a quality level of 87±6%. 93.8% of EX participants enjoyed a lot or well the exercises and 92.8% of them rated the exercises as being either easy or a little difficult. Changes between baseline and post-intervention were statistically different between groups for the walking speed (EX:+0.10±0.20 vs. CON:-0.04±0.16 m/s; p=0.04) and the SPPB score (EX:+1.1±2.0 vs. CON:-0.4±1.6; p=0.03).

CONCLUSION: We found that PA intervention using a gerontechnology in assisted living communities for older adults was feasible and acceptable but more importantly induced improvement in functional capacities and walking speed, which is the main predictor of mortality in elderly population.

4.2 Introduction

Aging of the population is observed worldwide. Even though life expectancy has increased significantly in the last decades, people can expect to live about ten years with some functional limitations (Statistics Canada). As functional capacities decline, older adults require assistance to accomplish their activities of daily living (ADL), leading them to move to new living environments such as senior's housing, nursing homes or health care facilities. In Canada, 30% of individuals over 85 years old reside in this type of living environment (Statistics Canada 2012).

Even if this type of housing offers exercise facilities and recreational activities, residents are not physically active. It has been observed in the US that nursing homes residents spend from 84 to 94% of their day in a sedentary positions (i.e. sitting or lying (MacRae, Schnelle et al. 1996)). This phenomenon was also observed in France where only 9% of residents were engaging in at least two weekly thirty-minute exercise session (De Souto Barreto, Demougeot et al. 2015).

Even though it has been proven that PA is effective in maintaining functional capacities and even reducing the risk of major mobility disabilities in frail and non-frail elderly (Liu and Latham 2009, Pahor, Guralnik et al. 2014), older adults mention many barriers that prevent them from engaging in a physically active life, namely poor health, fear of getting injured and lack of motivation (Schutzer and Graves 2004).

Given the evidence that older adults can benefit from being physically active (Paterson and Warburton 2010), there is a need to facilitate the practice of PA amongst all elderly, including those living in assisted living communities. Innovative approaches, such as the use of gerontechnologies, should be brought forward to alleviate some barriers. In that way, exergames (exercises through video games) show good potential for older

adults (Aarhus, Grönvall et al. 2011, Skjæret, Nawaz et al. et al. 2016). For exemple, these studies showed similar improvement in functional capacities as traditional interventions (Skjæret, Nawaz et al. et al. 2016) and led to a higher degree of motivation since older adults perceived the PA as a game rather than an exercise (Aarhus, Grönvall et al. 2011). However, not all type of exergames or supporting technologies are adapted to the needs of older adults in assisted living communities. Recommended guidelines to meet the specific needs of this population include exergames that are adaptable in terms of complexity, range of motion and intensity (Gerling, Livingston et al. 2012). In addition, technology needs to provide automated reminders and feedbacks in order to contribute to the feeling of control, autonomy and self-efficacy (Gerling, Livingston et al. 2012). Moreover, motion capture camera systems are well suited for older adults since they do not require equipment such as wireless handheld controllers, a board or a mat that might interfere with their ability to perform movements (Van Diest, Lamoth et al. 2013). Finally, a system that can be used independently by older adults, and allowing for individualized settings and distance supervision, can enhance participation as it promotes autonomy and provides opportunity for high quality intervention and follow-up by health professionals (Pirovano, Mainetti et al. 2012). However, as shown in this recent review (Skjæret, Nawaz et al. et al. 2016), most studies on exergames PA intervention have been conducted in laboratory or clinical settings using commercialized games and very few through a motion capture camera system. To our knowledge, only one pilot study has been conducted in a nursing home and showed that older adults were able to exercise independently using a gerontechnology based on a motion capture system in a remote supervision framework. This four-week interventional study led to an improvement of functional capacities and an increase of PA level (by design) (Valiani, Lauzé et al. 2016). Nevertheless, at this point, it remains difficult to draw any conclusion on the feasibility and effectiveness of exergames for older adults in assisted living communities.

Thus, the purpose of the study was to explore the feasibility, the acceptability and the physical effects of 12-week PA intervention using a gerontechnology (Jintronix®; exergames) in assisted living communities.

4.3 Methods

4.3.1 Design and sample

This randomized controlled trial was a multi-center study conducted in four assisted living residences for older adults located in the city of Montréal (Québec, Canada). After having signed formal consent, 42 volunteers were randomly assigned to either an exercise intervention group (EX) or a control group (CON) using a 2 for 1 ratio (see Figure 4.1).

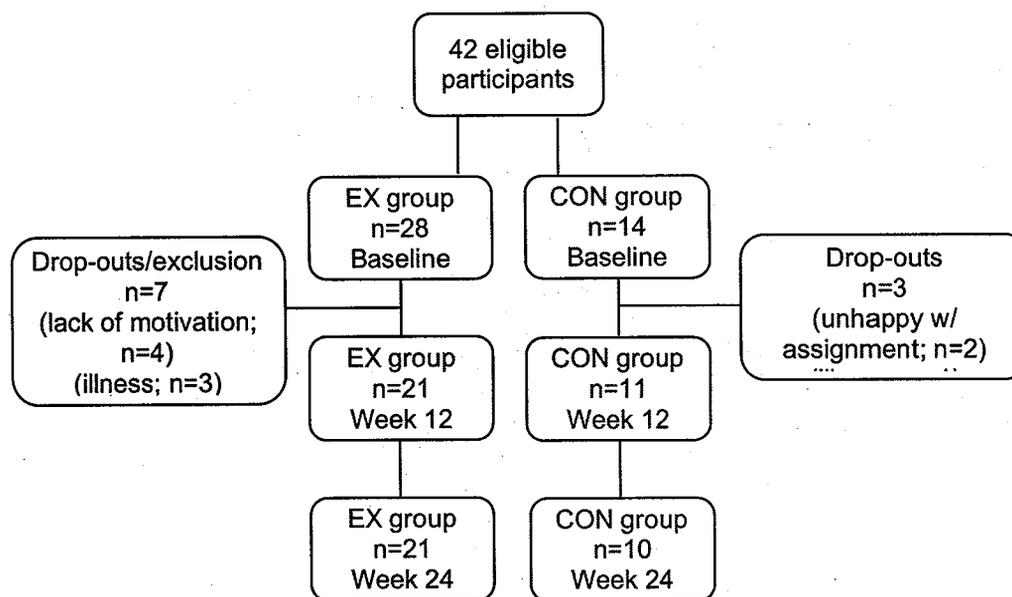


Figure 4.1 : Flow diagram of the intervention study.

Inclusion criteria were as follows: 1) 65 years old and over 2) independent in travels within the residence, and 3) able to stand without assistance for at least one minute. People with severe mobility impairments and those practicing PA at moderate or vigorous intensity for at least 30 minutes more than twice a week were excluded. Participants who were randomly assigned to the EX group completed a Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q+) and/or obtained a medical authorization when necessary. All procedures were approved by the Université du Québec à Montréal research ethic board.

4.3.2 Intervention

EX group participants undertook a 12-week exercise program using a gerontechnology (2 voluntary sessions per week [free choice of day and time]). The technology included a computer with Jintronix® software installed and a motion capture device (Microsoft Kinect®) mounted on a TV screen. The system was installed in a common room of the residence, accessible to the participants at any time. The exercise program was the same for everybody, but adapted to each person's fitness condition. Each session lasted about 45 minutes, and comprised a warm-up, 7 aerobic exercises, 8 resistance & balance exercises and a cool down period, as previously described (Lauzé, Martel et al. 2017). The Jintronix® software allows personalized adaptation of exercises in terms of speed, range of motion, precision, number of repetitions and duration. Therefore, individual parameters were set to reach a light to moderate intensity level in the core portion of the session (aerobic and resistance & balance exercises). The technology also provides guidance through continuous visual and audio cues while performing exercises as well as live feedbacks allowing the participant to correct movements, improve performance and progress to higher levels.

Participants were progressively brought to use the technology independently. At least 6 out of 24 sessions were supervised by a kinesiologist, mainly at the beginning of the 12-week period. The kinesiologist was also available for individual support, over the phone or in person, as required, for the remaining of the intervention period. Furthermore, the kinesiologist was able to ensure a daily distance follow-up using the Jintronix portal in order to constantly adapt the difficulty level.

4.3.3 Feasibility and acceptability measures

Feasibility and acceptability were assessed throughout the intervention. In this study, feasibility included 1) adherence to the intervention (proportion of sessions completed out of the 24 prescribed), 2) autonomy (proportion of sessions completed without direct supervision out of the number of completed sessions) and 3) compliance (quality of movement measured by the motion capture system set by Jintronix®). In order to determine the feasibility of the intervention, the goals were set as follows: adherence at 80%, autonomy at 50% and compliance at 80% as expected in a supervised laboratory setting.

Acceptability included two variables: 1) a perceived level of difficulty (PLD) and 2) a personal level of enjoyment (PLE). At the end of each session, using a logbook and a four-level analog scale as previously described (Lauzé, Martel et al. 2017), a PLD and a PLE score were attributed for the core portion of the session. In order to determine the acceptability of the intervention, we established that the intervention would be acceptable if at least 80% of all exercises were rated as being *easy* or *a little difficult* and were enjoyed *well* or *a lot*.

4.3.4 Health status, functional and physical assessment

Three assessments were conducted, at baseline (T1), 12 weeks later (T2; end of the intervention for the EX group), 24 weeks after baseline (T3; follow-up), at the participant's apartment.

Functional autonomy was assessed using the validated Functional Autonomy Measurement System (SMAF) (Hébert, Guilbault et al. 2001). For the purpose of this study, only the disability portion was completed, allowing for a score ranging from 0 to -87.

Health status was assessed using a questionnaire to report current health problems (respiratory problems, metabolic diseases, heart disease, hypertension, mental/cognitive impairment, Parkinson's disease, cancer, etc.) and medication intake. Cognitive status was assessed using the validated Montreal Cognitive Assessment (MoCA) (Nasreddine, Phillips et al. 2005).

Falls were assessed by questioning participants on the number of times they fell in the previous three months while fear of falling was assessed using the validated Short Fall Efficacy Scale-International (Short FES-I) (Kempen, Yardley et al. 2008). Physical activity level was assessed using the validated Rapid Assessment of Physical Activity (RAPA) (Topolski, LoGerfo et al. 2006). Health-related quality of life (QoL) was assessed using the Short Form Health Survey (SF-36) (Ware Jr and Sherbourne 1992), a reliable and valid questionnaire in older adults when self-administered and in an interview-based setting (Haywood, Garratt et al. 2005).

Frailty was assessed using the validated Study Osteoporotic Fractures (SOF) Index (Ensrud, Ewing et al. 2009).

Anthropometric measures (body weight (BW) and height) were taken according to standardized techniques and used to calculate body mass index [BMI = BW (kg)/ height (m²)]. Body composition (% of fat mass and muscular mass) was measured using a validated bioimpedancemeter (BIA; Omron Model HBF-510W) (Barbat-Artigas, Dupontgand et al. 2011).

Handgrip strength was measured using a hand dynamometer (Lafayette Hand dynamometer Model 78010). Participants were asked to perform three trials with each hand, alternating left and right. The maximal score was used to calculate the dynapenia index (handgrip strength (kg)/BW (kg)) and status (dynapenia type I or II) as previously described (Barbat-Artigas, Dupontgand et al. 2011). Type I dynapenia corresponds to a value of 1 to 2 standard deviations (women: 0.44 to 0.35 kg/BW and men: 0.61 to 0.50 kg/BW) and type II dynapenia corresponds to a value of more than 2 standard deviations (women: < 0.35 kg/BW and men: < 0.50 kg/BW) below the mean value of our young reference population (Barbat-Artigas, Dupontgand et al. 2011).

Finally, functional capacities were assessed using the 3 meter Timed-Up-and-Go (TUG 3m) test at normal walking speed (Podsiadlo and Richardson 1991) and the Short Physical Performance Battery (SPPB) test (Guralnik, Ferrucci et al. 1995).

4.3.5 Statistical analysis

Data are presented as mean (\bar{x}) \pm standard deviation (SD). Normality was evaluated using a Kurtosis test. In case of abnormality, variables were log. Considering our sample size (n <20 in at least one group), non-parametric tests were used. Mann-Whitney tests were conducted to determine if there was a difference between groups of all participants (including drop-outs and exclusion; EX group: n=28 vs CON group:

n=14) and groups of participants who completed the study (EX group: n=21 vs. CON group: n=11). Since baseline characteristics of all participants were comparable with those who completed the study, within each group, the latter samples were used for all further analysis. Mann-Whitney tests were then conducted to compare EX and CON groups at baseline (see Table 1) and to compare changes observed in EX and CON groups between assessments (see Table 2 & Figure 2). Descriptive statistics were used to analyse feasibility and acceptability data. A p-value ≤ 0.05 was considered statistically significant. Analyses were performed using SPSS 22.0.

4.4 Results

4.4.1 Baseline characteristics of participants

There were 71% and 91% of woman in the EX group and CON group, respectively. As shown in Table 4.1, the number of co-morbidities (3.1 ± 1.6 vs 5.0 ± 1.8 ; $p=0.007$), quality of life (total SF-36 score: $80.3 \pm 10.1\%$ vs. $66.4 \pm 14.8\%$; $p=0.004$) and SPPB score (9.1 ± 1.8 vs. $7.5 \pm 1.4/12$ points; $p=0.006$) were significantly different between EX and CON groups respectively. Despite the statistical difference in SPPB score, groups were considered clinically similar since they both scored lower than 10, but higher than 6 (Vasunilashorn, Coppin et al. 2009). Otherwise, no differences were observed in the remaining variables. Participants in both group were considered robust, with a frailty index under one. According to their BMI, both groups were considered overweight with an increased risk of developing health problems (Health Canada). Furthermore, according to the dynapenia index described earlier, both groups were considered dynapenic type II.

Tableau 4.1 : Baseline Characteristics (T1).

Characteristics	EX Group (n=21)	CON Group (n=11)	p-value
Age	80.1 (\pm 7.5)	83.2 (\pm 6.7)	0.39
Functional autonomy (SMAF; x/-87)	-3.6 (\pm 2.6)	-5.0 (\pm 2.4)	0.08
Nbr of comorbidities	3.1 (\pm1.6)	5.0 (\pm1.8)	0.007
Number of fall (last 3 months)	0.3 (\pm 0.7)	0.0 (\pm 0.0)	0.13
Fear of falling (FES-short; x/28)	9.0 (\pm 2.4)	10.2 (\pm 2.9)	0.16
Physical activity level (RAPA; x/10)	4.3 (\pm 2.2)	5.1 (\pm 1.1)	0.37
Cognitive functions (MoCA; x/30)	23.0 (\pm 5.3)	22.6 (\pm 2.91)	0.43
Quality of life (SF-36; x/100)	80.3 (\pm10.1)	66.4 (\pm14.8)	0.004
Frailty Index (SOF; x/3)	0.5 (\pm 0.6)	0.6 (\pm 0.5)	0.50
Body Mass Index	28.1 (\pm 5.1)	27.1 (\pm 4.2)	0.94
Fat mass (%)	36.7 (\pm 12.1)	37.8 (\pm 7.6)	0.93
Muscle Mass (%)	26.4 (\pm 5.2)	25.7 (\pm 2.7)	0.97
Dynapenia Index (Handgrip kg/BW)	0.32 (\pm 0.10)	0.28 (\pm 0.11)	0.56
TUG 3m (s)	11.3 (\pm 1.9)	13.7 (\pm 4.3)	0.11
Walking speed (m/s)	0.81 (\pm 0.16)	0.74 (\pm 0.20)	0.14
Chair test 5 reps (s)	14.5 (\pm 2.5)	16.0 (\pm 3.0)	0.33
SPPB score (x/12)	9.1 (\pm1.8)	7.5 (\pm1.4)	0.006

* Significant difference ($p < 0.05$) between groups at baseline

4.4.2 Feasibility and acceptability results

The EX group completed an average of $89.2 \pm 16.7\%$ ($21.4 \pm 4 / 24$) of the prescribed exercise sessions. Participants realised $67.4 \pm 12.8\%$ of all their sessions in autonomy. Moreover, it is important to note that three participants with a very low MoCA scores (13, 15 and 13 /30 points) were able to follow the program and execute respectively 47.6, 75.0 and 52.4% of the sessions independently, requiring assistance only to initiate each session (open the software). This assistance was provided at distance by the kinesiologist, using a remote access software, for two of them, and in person, by the spouse, for the other.

Participants reached an average quality level of $87.4 \pm 5.9\%$ with a range going from 75.4 to 95.0%.

Finally, the exercise program was found to be acceptable by participants in terms of difficulty and enjoyment. Participants rated 92.8% of exercises as being either *easy* (70.4%) or *a little difficult* (22.4%). Moreover, they rated 93.8% of exercises as being enjoyed *a lot* (62.5%) or *well* (31.3%).

4.4.3 Intervention effects

First, as shown in Table 4.2, the EX group participants increased, by design, their physical activity level during the intervention, and this change was significantly different from the CON group (EX: $+2.5 \pm 2.3$ vs. CON: -0.1 ± 1.9 points; $p=0.01$). Frailty index was reduced in both groups, but it was not statistically different between groups (EX: -0.3 ± 0.6 vs. CON: -0.9 ± 0.5 points; $p=0.44$).

The body composition changed slightly in the EX group ($-1.3 \pm 2.1\%$ in fat mass and $+0.7 \pm 1.3\%$ in muscle mass) and barely changed in the CON group ($-0.1 \pm 1.3\%$ in fat mass and $+0.1 \pm 0.9\%$ in muscle mass). These body composition changes were nevertheless not significantly different between groups.

Regarding the functional capacities (Table 4.2 & Figure 4.2), the EX group showed greater improvement than the CON group in all tests from T1 to T2. More importantly, walking speed changes were statistically different between groups (EX: $+0.17 \pm 0.18$ vs. CON: $+0.02 \pm 0.15$ m/s; $p=0.03$; see Figure 4.2B). Finally, even though the SPPB score changes during the intervention period, it was not statistically different between groups. Nevertheless, the EX group improved clinically its score (i.e. an increase of one point

(Guralnik, Simonsick et al. 1994)) while the CON group did not (EX: +1.0±1.3 vs. CON: +0.46±1.8 /12 points).

Tableau 4.2 : Delta changes during the intervention and at follow-up between and within groups.

Outcome measures	Change from T1 to T2			Change from T1 to T3		
	EX Group (n=21)	CON Group (n=11)	p- value	EX Group (n=21)	CON Group (n=10)	p- value
Functional autonomy (SMAF; absolute Δ /-87) [§]	-0.2 (\pm 1.2)	-0.8 (\pm 2.5)	0.70	-0.9 (\pm 2.5)	-2.6 (\pm 4.0)	0.05
Number of falls (absolute Δ) [§]	0.0 (\pm 0.5)	0.0 (\pm 0.0)	0.85	-0.1 (\pm 0.6)	0.3 (\pm 0.5)	0.03
Physical activity level (RAPA; absolute Δ /10) ^{†§}	2.5 (\pm2.3)	-0.1 (\pm1.9)	0.01	-0.1 (\pm2.0)	-1.4 (\pm1.6)	0.05
Quality of life (SF-36, Δ (%))	-0.7 (\pm 7.7)	2.4 (\pm 6.5)	0.39	-1.7 (\pm 11.8)	-8.5 (\pm 11.9)	0.09
Frailty Index (SOF; absolute Δ /3) [§]	-0.3 (\pm 0.6)	-0.9 (\pm 0.5)	0.44	-0.5 (\pm0.7)	0.2 (\pm0.8)	0.03
Body Mass Index (Δ (%))	-0.5 (\pm 3.1)	0.4 (\pm 1.2)	0.31	0.0 (\pm 4.4)	-1.5 (\pm 3.5)	0.27
Fat mass (Δ (%))	-1.3 (\pm 2.1)	-0.1 (\pm 1.3)	0.10	-0.9 (\pm 1.9)	-0.1 (\pm 1.6)	0.35
Muscle Mass (Δ (%))	0.7 (\pm 1.3)	0.1 (\pm 0.9)	0.35	0.4 (\pm 1.2)	-0.3 (\pm 1.1)	0.19
Dynapenia Index (absolute Δ (kg/kg))	0.02 (\pm 0.03)	0.00 (\pm 0.05)	0.41	0.02 (\pm 0.05)	0.00 (\pm 0.06)	0.74
Functional Capacities						
TUG 3m (absolute Δ in s) [§]	-0.4 (\pm 1.5)	-0.2 (\pm 2.8)	0.58	-4.2 (\pm3.0)	0.6 (\pm1.5)	0.04
Walking speed (absolute Δ in m/s) ^{†§}	0.17 (\pm0.18)	0.02 (\pm0.15)	0.03	0.10 (\pm0.20)	-0.04 (\pm0.16)	0.04
Chair test (absolute Δ in s)	-2.1 (\pm 2.3)	0.3 (\pm 3.6)	0.10	-1.7 (\pm 3.5)	-0.1 (\pm 3.0)	0.12
SPPB score (absolute Δ /12) [§]	1.0 (\pm 1.3) [†]	0.46 (\pm 1.8)	0.37	1.1 (\pm2.0)[*]	-0.4 (\pm1.6)	0.03

Δ mean (\pm SD). p<0.05 is significant. [†] Δ Change from T1 to T2 is significantly different between EX and CON groups; [§] Δ Change from T1 to T3 is significantly different between EX and CON groups; ^{*} Δ Change from T1 to T2 and T1 to T3 is clinically different for EX group.

[†] Change (Δ) from T2 to T3 is clinically different for CON group.

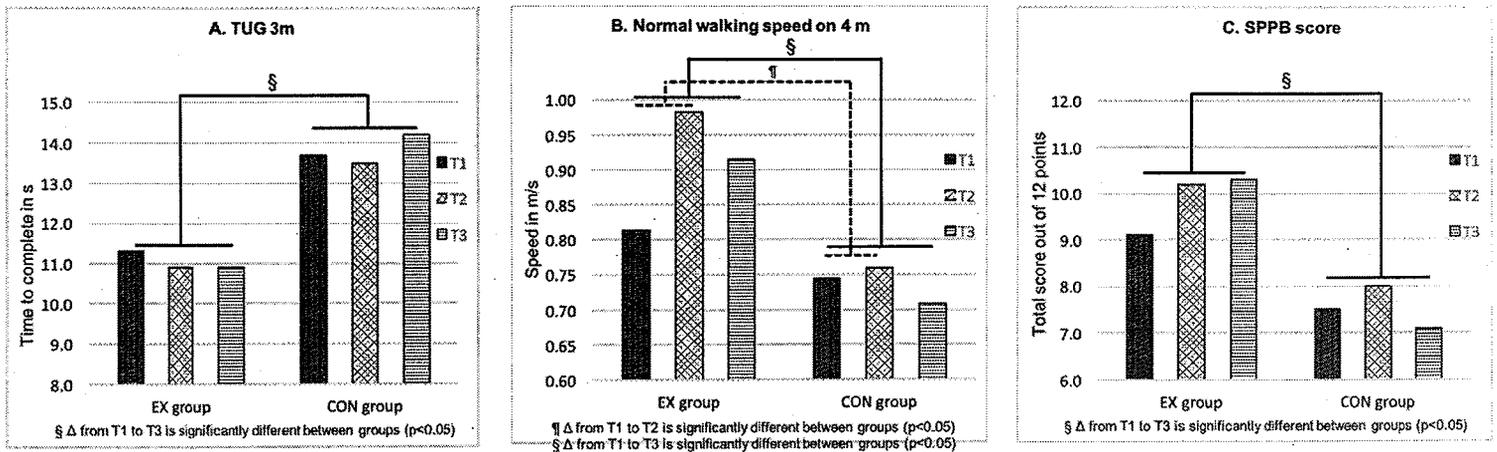


Figure 4.2 : Significant changes in functional capacities during intervention and at follow-up.

Secondly, at follow-up (from T1 to T3), a reduction of functional autonomy (SMAF) was observed in both groups, but it was less important in the EX group than in the CON group (EX: -0.9 ± 2.5 vs. CON: -2.6 ± 4.0 / 87 points; $p=0.05$). It is to be noted that the change in SMAF score during the post-intervention to follow-up-period (from T2 to T3) was also statistically different between groups (EX: -0.7 ± 1.8 vs. CON: -1.6 ± 1.7 / 87 points; $p=0.04$; data not shown). The number of falls reported by participants was statistically different between groups (EX: -0.1 ± 0.6 vs. CON: $+0.3 \pm 0.5$; $p=0.03$).

Physical activity level (RAPA score) significantly change between groups (delta T1-T3: $p=0.05$). More specifically, the EX group went back very close to its baseline level (-0.1 ± 2.0) whereas the CON group decreased its level compared to baseline (-1.4 ± 1.6).

Regarding the body composition, we observed, at follow-up, a decrease in fat mass in both groups, and an increase in muscle mass in the EX group only. However, these changes were not statistically different between groups.

In terms of functional capacities, statistical differences were observed in the TUG performance (EX: -4.2 ± 3.0 vs. CON: $+0.6 \pm 1.5$ s; $p=0.04$), the normal walking speed (EX: $+0.10 \pm 0.20$ vs. CON: $+0.04 \pm 0.16$ m/s; $p=0.04$), and the SPPB score (EX: $+1.1 \pm 2.0$ vs. CON: $+0.4 \pm 1.6$ points /12; $p=0.03$) between groups (Figure 4.2).

4.5 Discussion

The purpose of this study was to assess the feasibility, the acceptability and the physical effects of a PA intervention using a gerontechnology in assisted living communities for older adults. This type of intervention seems feasible and acceptable with an adherence rate of 89%, which is relatively high in comparison with other home-based studies for older adults (Helbostad, Sletvold et al. 2004, Cyarto, Brown et al. 2006). This high adherence rate can be explained by the feelings of autonomy and self-efficacy developed along the intervention which are predictors of adherence and compliance to exercise (Trost, Owen et al. 2002). In our study, all participants were able to properly perform exercises with minimal direct supervision, which certainly enhanced their feeling of autonomy and self-mastery of skills. In addition, the continuous automated feedbacks delivered by the system during the sessions certainly contributed to the development of required skills. Moreover, participants were allowed to exercise on their preferred day and time, providing a feeling of control over their engagement towards PA. This an important component of the intervention as the availability of equipment and the possibility to exercise outside fixed times has been identified as a facilitator to PA in nursing homes (Kalinowski, Wulff et al. 2012).

On the other hand, the feeling of self-efficacy was enhanced through individualized exercise parameters set for each participant as well the personalized support provided by the kinesiologist, in person, over the phone or at distance, through the portal. This

process allowed participants to progress at their own pace while being constantly challenged. This is another important component of this intervention as low self-efficacy feelings, translated by the fear of not performing properly or slowing down the group, are known as a barrier to PA in inactive older people (Costello, Kafchinski et al. 2011). This intervention has proven to be well suited and accepted by the targeted population, as reflected by PLD and PLE scores. These feasibility and acceptability results are in line with previous studies using the same system (Valiani, Lauzé et al. 2016, Lauzé, Martel et al. 2017).

Regarding health benefits, we observed positive effects on physical functions, which support previous studies showing that home-based intervention using remote feedbacks result induced comparable effects as supervised training (Geraedts, Zijlstra et al. 2013). In the current study, when looking at post intervention results (T2), EX participants increased their normal walking and their SPPB score compared to the CON group. It is important to note that change in normal walking speed (see Figure 4.2B) was statistically and clinically significant as it exceeded the suggested target of 0.10 m/s for meaningful change (Perera, Mody et al. 2006) and went from 0.81 m/s, a speed right on the cut-point associated with higher risk of adverse events, to 0.98 m/s post intervention, which is very close to the target of 1.0 m/s associated with lower health risks in older populations (Abellan Van Kan, Rolland et al. 2009). Regarding functional capacities assessed by the SPPB, it has been suggested that a substantial meaningful clinical change could range from 0.4 to 1.5 points (Kwon, Perera et al. 2009) with an acceptable median recommended criterion of 1 point (Perera, Mody et al. 2006). As importantly, EX group participants reached a score upper to 10 on the SPPB at T2 (see Figure 4.2C), leading them from a pre-disabled status to a non-disabled status (28) and reducing thus the risk of adverse health outcomes (Vasunilashorn, Coppin et al. 2009). Improvement in the walking speed and SPPB score are meaningful clinical results considering characteristics of the EX group. However, this PA program did not

produced changes in outcome measures normally sensitive to exercise such as body composition (Goodpaster, Chomentowski et al. 2008). First, it is important to mention that body composition was not targeted as a main outcome in this study/population. Secondly, this absence of improvement could be also explained by the relative low frequency and intensity of the intervention. Indeed, in order to improve health and prevent disablement, it is recommended that older adults perform 150 min/week of moderate intensity aerobic activities as well as resistance training twice a week (Nelson, Rejeski et al. 2007). However, when designing the study, this amount of PA, particularly for aerobic activities, did not appear realistically achievable in 12 weeks, with a non-conventional exercise modality, given the targeted population of sedentary older adults living in assisted living communities (Brawley, Rejeski et al. 2003).

Finally, results observed at follow-up assessment (T3) highlight the potential for prevention of functional decline as well as the lasting effects of the intervention. First, with regards to autonomy, according to the SMAF score, the difference between the groups observed at the end of the intervention period was widened at end of the follow-up period, reaching significance. This reflects a decline in autonomy that was greater in the CON group compared to the EX group. Such effect of PA in reducing autonomy decline has already been observed in another study conducted among nursing home residents where only exercisers maintained their capacities to accomplish ADL whereas the non-exercisers declined (Gronstedt, Frandin et al. 2013).

This PA intervention was also effective in reducing the risk of fall and the frailty status of EX group participants, two factors that contribute to the prevention of functional decline (Stel, Smit et al. 2004, Puts, Lips et al. 2005). Indeed, statistical differences between EX and CON group participants emerged over the six-month period (from T1 to T3), suggesting that the first group maintained or improved its status while the other one declined. These results are in line with current knowledge about health benefits of

PA, namely on prevention of frailty, falls and premature death in older adults, even at lower levels of practice (Warburton, Nicol et al. 2006).

Similar results were observed in functional capacities, where the EX group participants were able, over a six-month period, to improve and maintain physical performance in three major outcomes, namely the TUG, the walking speed and the SPPB score, while changes were barely perceptible in the CON group. These results are consistent with other studies that demonstrated that participants can maintain functional capacities gains following cessation of interventions similar to this one (Kyrdalen, Moen et al. 2014, Wójcicki, Fanning et al. 2015).

The maintenance of effects occurred despite the fact that the EX group participants reduced their PA level back to baseline values after the intervention. This return to a sedentary or low-active behavior was unexpected since home-based exercise programs are known to lead to long term adherence to PA habits (Ashworth, Chad et al. 2005). However, this lowering of physical activity level can certainly be explained by the removal of the computer device that was used during the intervention, but also the lack of a transition period towards the practice of other type of exercises and the absence of follow-up contacts to encourage participants to remain active (Rejeski and Brawley 2006). It would be interesting, in further studies to let the device available for participants and to measure its effects on lifestyle habits. Even though the use of modern technologies is not widely spread as an exercise modality with older adults (Geraedts, Zijlstra et al. 2013), it should be considered as a practical option for home or residence-based PA programs.

There are some limitations to this study. First, the small sample size may have interfered with the results of both groups. Another limitation is the lack of blinded

design (due to the interventional arm), which could present, despite the use of validated and reliable measures, a potential bias.

Finally, two adverse events, which did not lead to any serious injury, occurred during the intervention. One person fell in the presence of the kinesiologist. This participant lacked motivation to complete the program and dropped out a few weeks later. Another incident occurred during an unsupervised session, and was reported by the participant who wished to continue the program. The two participants who experienced a fall were characterized by a weakened physical condition. The first one had a very low SPPB score at baseline (4/10), and the other one had a Parkinson's disease diagnosis. It is therefore recommended to take additional precaution to identify older adults at risk of fall before undertaking a PA program with an important unsupervised component. Adding dynamic balance testing, such as the Berg balance scale to the screening tool is recommended to orient people towards a PA intervention in adequacy with their condition and prevent this potential adverse event.

4.6 Conclusion

This study indicates that innovative approaches such as the use of adapted technologies should be accessible to older adults residing in assisted living communities in order to facilitate practice and increase level of PA since the use of this useful gerontechnology (Jintronix©) led to the reduction of frailty and the improvement of physical performances (i.e walking speed) that remained after the end of the intervention.

Based on our promising results, further studies need to explore the effects of specific PA programs, using the same gerontechnology, in older adults having health issues

related to osteoarthritis, mild cognitive impairment, Alzheimer's Disease or Parkinson's disease.

4.6.1 Acknowledgement

We would like to thank Mr. Robert Chagnon, Groupe Résidences Soleil (Manoir St-Laurent and Manoir Plaza) as well as Groupe Résidences Excellence (Le Symbiose and Terrasses Versaille). We would also like to thank Jintronix for the provision of the software and the technical assistance. Finally, we would like to thank all the participants.

4.6.1.1 Funding

ML and MAL are supported by the Fonds de la Recherche en Santé du Québec (FRSQ). This study was funded by MITACS-FQRNT.

4.6.1.2 Disclosure

ML is founder of and has shares in NeuroMotrix.

CHAPITRE V

AUTRES RÉSULTATS ET DISCUSSION

Ce chapitre reprend, en français, les principaux éléments du chapitre précédent. De plus, il présente les autres résultats et la discussion qui n'ont pas été abordés dans l'article scientifique, soit ceux qui répondent à notre troisième hypothèse qui stipulait que l'activité physique à l'aide d'une gérontechnologie permettrait d'augmenter, de façon volontaire, le niveau d'activité physique des personnes âgées vivant en résidence pendant la période d'intervention.

5.1 Caractéristiques des participants

Au total, 46 personnes admissibles ont été recrutées et ont passé l'évaluation initiale T1. Elles ont été assignées, de façon aléatoire, au groupe A (n=16; femmes : 75%), groupe B (n=16; femmes : 62,5%) et groupe C (n=14; femmes : 92,9%). Le devis de l'étude ainsi que la répartition des participants se trouvent à la figure 3.1.

Les caractéristiques des participants à T1 se trouvent dans le tableau 5.1. Des différences significatives ont été observées entre les groupes expérimentaux (A et B) et le groupe témoin (C). D'abord, en comparaison avec le groupe A, le groupe C avait une plus faible autonomie fonctionnelle ($-3,3 \pm 2,2$ vs. $-6,3 \pm 5,3$ /-87; $p=0,04$), telle que mesurée par le SMAF, et une perception de sa qualité de vie moindre ($80,3 \pm 11,0$ vs. $65,5 \pm 20,6$ %; $p=0,02$), telle que mesurée par le SF-36. Une autre différence entre les groupes A et C a été observée, cette fois en faveur de ce dernier, quant au nombre de chutes rapporté ($0,4 \pm 0,8$ vs. $0,0 \pm 0,0$; $p=0,05$). Sur le plan des capacités fonctionnelles, le groupe A a obtenu des résultats significativement plus élevés que le groupe C sur les

tests de TUG 3m ($12,1 \pm 5,9$ vs. $17,0 \pm 11,7$ s; $p=0,03$), de vitesse de marche normale ($0,82 \pm 0,20$ vs. $0,67 \pm 0,24$ m/s; $p=0,03$) et du mouvement assis-debout ($13,9 \pm 2,4$ vs. $16,8 \pm 3,4$ s; $p=0,03$).

Les groupes B et C étaient différents l'un de l'autre quant au nombre de problèmes de santé rapporté ($2,8 \pm 1,2$ vs. $4,5 \pm 2,4$; $p=0,03$) et à la force de préhension ($22,6 \pm 6,7$ vs. $17,5 \pm 7,7$ kg; $p=0,03$). Il y avait également une différence entre le groupe B et le groupe C dans le calcul de la puissance des membres inférieurs ($183,1 \pm 64,2$ vs. $139,9 \pm 53,0$ N; $p=0,03$). Finalement, le score total au SPPB du groupe C était différent et plus faible que celui des autres groupes (A vs. C : $9,0 \pm 2,1$ vs. $7,0 \pm 1,8$ /12 $p=0,01$ et B vs. C : $8,4 \pm 2,0$ vs. $7,0 \pm 1,8$ /12 $p=0,04$).

Malgré les différences observées entre les groupes, ils étaient cliniquement semblables pour deux variables primaires importantes, soit la vitesse de marche et le score au SPPB. En effet, les trois groupes avaient, à T1, une vitesse de marche normale inférieure ou égale à 0,8 m/s, un seuil associé à un risque accru d'événements indésirables (Abellan Van Kan, Rolland et al. 2009) ainsi qu'un score au SPPB inférieur à 10, mais supérieur à 6, c'est-à-dire le seuil associé à un risque de perte de mobilité (Vasunilashorn, Coppin et al. 2009).

Pour ce qui est des autres variables, le profil des participants était similaire. Plus spécifiquement, les participants avaient une composition corporelle semblable (% de masse grasse et % de masse musculaire). Ils étaient peu actifs, avec un score au RAPA inférieur à 5 (Topolski, LoGerfo et al. 2006), mais tout de même robustes avec un indice de fragilité de la SOF inférieur à un (Ensrud, Ewing et al. 2008, Ensrud, Ewing et al. 2009). Leur score au MoCA était inférieur à 26, révélant la présence possible d'un déficit cognitif, selon Nasreddine, Phillips et al. (2005). Cependant, si le seuil de 20/30 proposé par Waldron-Perrine and Axelrod (2012) est utilisé, les scores moyens obtenus

par les trois groupes ne révèlent pas la présence d'un tel déficit. Cela dit, 10 participants ont obtenu un score au MoCA inférieur à 20 lors de l'évaluation initiale, cinq dans le groupe A, deux dans le groupe B et trois dans le groupe C. Finalement, ils sont tous considérés dynapéniques de type II, hommes et femmes confondus, avec un indice de dynapénie inférieur à 50 et 35, respectivement.

Tableau 5.1 : Caractéristiques des participants à l'évaluation initiale.

	Groupe A (n=16)	Groupe B (n=16)	Groupe C (n=14)	Valeur p A vs. B	Valeur p A vs. C	Valeur p B vs. C
Âge; ans	80,1 (±6,7)	80,6 (±7,4)	84,3 (±6,7)	0,71	0,14	0,26
Autonomie fonctionnelle (SMAF); x/87	-3,3 (±2,2)	-4,8 (±4,2)	-6,3 (±5,3)	0,39	0,04 [¶]	0,25
Nombre de problèmes de santé	3,3 (±1,8)	2,8 (±1,2)	4,5 (±2,4)	0,59	0,12	0,03 [¶]
Nombre chutes en 3 mois	0,4 (±0,8)	0,1 (±0,3)	0,0 (±0,0)	0,35	0,05 [¶]	0,18
Peur de tomber (FES-short); x/28	9,0 (±2,3)	9,3 (±2,4)	10,9 (±4,0)	0,77	0,20	0,29
Niveau d'activité physique (RAPA); x/10	3,8 (±2,0)	4,5 (±2,1)	4,5 (±1,8)	0,51	0,37	0,91
Indice de fragilité (SOF); x/3	0,4 (±0,6)	0,6 (±0,5)	0,6 (±0,6)	0,40	0,32	0,79
Fonctions cognitives (MoCA); x/30	22,1 (±5,1)	23,3 (±4,2)	22,1 (±3,3)	0,47	0,87	0,19
Qualité de vie (SF-36 total); %	80,3 (±11,0)	76,3 (±12,9)	65,5 (±20,6)	0,25	0,02 [¶]	0,15
Indice de masse corporelle; kg/m ²	27,5 (±4,8)	29,5 (±5,3)	27,8 (±4,7)	0,36	0,76	0,60
Masse grasse totale; %	37,0 (±11,9)	36,4 (±11,4)	39,3 (±8,2)	0,68	0,90	0,44
Masse musculaire; %	26,2 (±4,6)	26,7 (±5,3)	25,1 (±3,3)	0,78	0,97	0,74
Force de préhension ; kg	21,5 (±5,1)	22,6 (±6,7)	17,5 (±7,7)	0,65	0,06	0,03 [¶]
Indice de dynapénie; kg/kg	0,32 (±0,10)	0,31 (±0,08)	0,27 (±0,10)	1,00	0,35	0,32
TUG 3m; s	12,1 (±5,9)	12,8 (±2,9)	17,0 (±11,7)	0,11	0,03 [¶]	0,24
Vitesse de marche normal 4m; m/s	0,82 (±0,20)	0,71 (±0,17)	0,67 (±0,24)	0,08	0,03 [¶]	0,48
Assis-débout 5 répétitions; s	13,9 (±2,4)	15,9 (±3,2)	16,8 (±3,4)	0,09	0,03 [¶]	0,66
Équilibre unipodal; s	17,2 (±19,6)	7,8 (±9,7)	5,2 (±4,7)	0,19	0,06	0,49
Puissance des membres inférieurs (Takai); N	184,9 (±44,6)	183,1 (±64,2)	139,9 (±53,0)	0,76	0,03 [¶]	0,08
Score SPPB total; x/12	9,0 (±2,1)	8,4 (±2,0)	7,0 (±1,8)	0,41	0,01 [¶]	0,04 [¶]

Moyenne (± écart-type). p<0.05 significatif. ¶ Différence significative entre les groupes.

5.2 Faisabilité et acceptabilité de l'intervention

Les résultats quant à la faisabilité et l'acceptabilité de l'intervention ont été présentés au chapitre IV. Les principaux résultats sont repris ici.

Tel qu'indiqué dans le chapitre III, les données des groupes A et B ont été combinées pour former le groupe expérimental (EX). Les participants du groupe EX ont réalisé $89,2 \pm 16,7\%$ ($21,4 \pm 4 / 24$) des séances prescrites. Parmi les séances réalisées, $67,4 \pm 12,8\%$ l'ont été « en autonomie », c'est-à-dire sans la supervision directe d'un kinésiologue. Les participants ont obtenu un score moyen de qualité dans les jeux et exercices de $87,4 \pm 5,9\%$, avec une étendue allant de 75,4 à 95,0%.

Pour ce qui est de l'acceptabilité, évaluée à partir des échelles de difficulté perçue et d'appréciation personnelle, les participants ont indiqué que 92,8% des exercices étaient *faciles* (70,4%) or *légèrement difficiles* (22,4%) que qu'ils aimaient 93,8% d'entre eux, soit *beaucoup* (62,5%) or *bien* (31,3%).

5.3 Effets de l'intervention sur la santé et les capacités fonctionnelles

Les effets de l'intervention sur la santé et les capacités fonctionnelles sont présentés au chapitre IV. Ces résultats sont rapportés en deux groupes, le groupe expérimental (EX) et le groupe témoin (CON). Étant donné les différences entre les groupes lors de l'évaluation initiale, les analyses statistiques ont été conduites en comparant les changements dans les résultats observés à l'intérieur de chaque période d'évaluation, c'est-à-dire les deltas, tel qu'expliqué au chapitre III. Voici un résumé des principaux résultats.

Immédiatement après l'intervention, à T2, les changements dans la vitesse de marche normale par rapport à T1 étaient statistiquement et cliniquement différents entre les groupe EX et CON ($+0,17 \pm 0,18$ vs. $+0,02 \pm 0,15$ m/s; $p=0,03$). Pour ce qui est du score au SPPB, au cours de la même période, les changements n'ont pas été statistiquement différents entre les groupes EX et CON ($+1,0 \pm 1,3$ vs. $+0,46 \pm 1,8$ /12; $p=0,37$). Néanmoins, le groupe EX s'est amélioré de façon cliniquement significative en augmentant son score d'un point (Guralnik, Simonsick et al. 1994). Pour ce qui est des autres variables, les changements observés au cours de la période d'intervention n'ont pas été statistiquement différents entre les groupes.

Lors de l'évaluation de suivi, à T3, des changements par rapport à T1 étaient statistiquement différents entre les groupes EX et CON dans l'autonomie fonctionnelle mesurée à l'aide du SMAF ($-0,9 \pm 2,5$ vs. $-2,6 \pm 4,0$ /87; $p=0,05$), dans le nombre de chutes rapporté ($-0,1 \pm 0,6$ vs. $+0,3 \pm 0,5$; $p=0,03$) et dans l'indice de fragilité de la SOF ($-0,5 \pm 0,7$ vs. $+0,2 \pm 0,8$; $p=0,03$). De plus, au cours de cette même période, les changements dans les capacités fonctionnelles ont été statistiquement différents entre les groupes, plus précisément dans le test du TUG ($-4,2 \pm 3,0$ vs. $+0,6 \pm 0,5$ s; $p=0,04$), dans la vitesse de marche normale ($+0,10 \pm 0,20$ vs. $+0,04 \pm 0,16$ m/s; $p=0,04$) et dans le score au SPPB ($+1,1 \pm 2,0$ vs. CON: $+0,4 \pm 1,6$ points /12; $p=0,03$). Ces changements observés étaient en faveur du groupe EX.

5.4 Effets de l'interventions sur le niveau d'activité physique

5.4.1 Nombre de séances réalisées

Afin de mesurer les effets de l'intervention sur le niveau d'activité physique, trois variables ont été explorées. En premier lieu, nous avons examiné si les deux groupes expérimentaux, A et B, avaient complété le même nombre de séances au cours de la

période d'intervention. À titre de rappel, nous avons demandé au groupe A de faire deux séances par semaine et au groupe B de faire au moins deux séances par semaine, tout en leur donnant la possibilité d'en faire autant qu'ils le souhaitent (jusqu'à concurrence d'une par jour). Nous voulions donc examiner si l'assignation à un groupe non restreint à un nombre fixe de séances d'AP prescrites avait pour effet d'augmenter le nombre de séances réalisées de façon volontaire. Les résultats se trouvent au tableau 5.2.

Tableau 5.2 : Adhésion et nombre moyen de séances d'AP par semaine.

	Groupe A n=13	Groupe B n=12	Valeur p
Nombre de séances réalisées (Moyenne ± écart-type, p<0.05 significatif)	22,1(±3,2)	25,1(±9,8)	0,70
Étendue	12 - 24	9 - 49	
Nombre de participants du groupe B ayant réalisé > 24 séances	n/a	4 (33%)	

Nous observons que le nombre de séances complétées est statistiquement similaire pour les deux groupes. Cependant, l'étendu du nombre de séances complétées est beaucoup plus important dans le groupe B. Dans ce même groupe, le tiers des participants s'est prévalu de l'opportunité de faire plus de deux séances par semaines. Les quatre personnes qui l'ont fait ont réalisé 28, 29, 35 et 49 séances au cours de la période d'intervention, ce qui a représenté pour eux une moyenne de 2,3; 2,4; 2,9; et 4,1 séances par semaines, respectivement.

5.4.2 Niveau d'activité physique volontaire auto-déclaré

En deuxième lieu, nous avons analysé les résultats obtenus au questionnaire RAPA à T1, T2 et T3 afin de déterminer les effets de l'intervention sur le niveau d'activité

physique volontaire auto-déclaré. Pour ces analyses, nous avons inclus les participants qui ont complété les évaluations T1 et T2. Les résultats des analyses intra-groupe et inter-groupes sur le score obtenu au RAPA sont présentés au tableau 5.3.

Tableau 5.3 : Effets de l'intervention sur le niveau d'activité intra-groupe et entre les groupes sur le score obtenu au questionnaire RAPA.

	Groupe A	Groupe B	Groupe C	Valeur p A vs. B	Valeur p A vs. C	Valeur p B vs. C
T1; x/10	n=13 3,5(±1,9)	n=12 5,3(±1,7)	n=11 5,1(±1,1)	0,04 [¶]	0,04 [¶]	0,87
T2; x/10	n=13 6,5(±0,8)	n=12 7,3(±1,4)	n=11 5,0(±2,5)	0,10	0,03 [¶]	0,01 [¶]
T3; x/10	n=13 3,9(±2,3)	n=12 5,1(±1,6)	n=10 3,7(±2,1)	0,27	0,70	0,17
Valeur p T1 vs. T2	0,003*	0,01*	0,90			
Valeur p T2 vs. T3	0,003*	0,005*	0,05			
Valeur p T1 vs. T3	0,42	0,72	0,04*			

Moyenne (± écart-type). p<0.05 significatif.

*Différence significative intra-groupe entre les évaluations T1, T2 et T3.

¶ Différence significative entre les groupes à chaque évaluation.

Alors que le niveau d'activité physique auto-déclaré avec le RAPA était semblable pour les trois groupes lorsqu'ils incluaient tous les participants (tableau 5.1), les résultats du tableau 5.3, qui excluent les désistements, présentent des différences entre les groupes. En effet, les participants du groupe A qui ont complété l'intervention avaient, au départ (T1), un niveau d'activité physique significativement plus faible que ceux des groupes B (3,5±1,9 vs. 5,3±1,7 /10; p=0,04) et C (3,5±1,9 vs. 5,1±1,1 /10; p=0,04). Les groupe B et C avaient, quant à eux, un niveau d'activité physique similaire.

Pour ce qui est des effets de l'intervention, les résultats obtenus indiquent qu'à la fin de l'intervention (à T2), les groupes A et B avaient des niveaux d'activité physique semblables entre eux, mais significativement plus élevés que le groupe témoin. Cependant, cette différence entre les groupes expérimentaux et le groupe témoin s'est atténuée pendant la période de suivi et n'était donc plus significative à T3.

Des effets sont également observables au sein des groupes eux-mêmes. Les groupes expérimentaux (A et B) ont suivi une évolution similaire. Ils ont tous deux obtenu des scores de niveau d'AP significativement plus élevés à T2 comparativement à T1 (A: $3,5 \pm 1,9$ /10 vs. $6,5 \pm 0,8$ /10; $p= 0,003$ et B : $5,3 \pm 1,7$ /10 vs. $7,3 \pm 1,4$ /10; $p= 0,01$). Cependant, les scores obtenus à T2 ont diminué de façon significative durant la période de suivi pour retrouver, à T3, des valeurs similaires à celles de T1 (A: $3,5 \pm 1,9$ /10 vs. $3,9 \pm 2,3$ /10; $p= 0,42$; et B: $5,3 \pm 1,7$ /10 vs. $5,1 \pm 1,6$ /10; $p= 0,72$). Pour ce qui est du groupe témoin, il n'y a pas eu de changement dans le niveau d'activité physique rapporté durant la période d'intervention, tel qu'indiqué par les scores obtenus à T1 et T2 ($5,1 \pm 1,1$ /10 vs. $5,0 \pm 2,5$ /10; $p= 0,9$). Cependant, ce niveau a diminué durant la période de suivi pour atteindre, à T3, une valeur significativement plus faible qu'à T1 ($5,1 \pm 1,1$ /10 vs. $3,7 \pm 2,1$ /10; $p= 0,04$).

5.4.3 Nombre de pas

Finalement, nous avons analysé les résultats des données recueillies avec l'accéléromètre, plus précisément le nombre de pas durant la 1^{ère}, 7^e et 12^e semaine de la période d'intervention, allant de T1 à T2. La répartition des participants entre les groupes et le flux des données recueillies sont illustrés à la figure 5.1. Les résultats sont présentés au tableau 5.4.

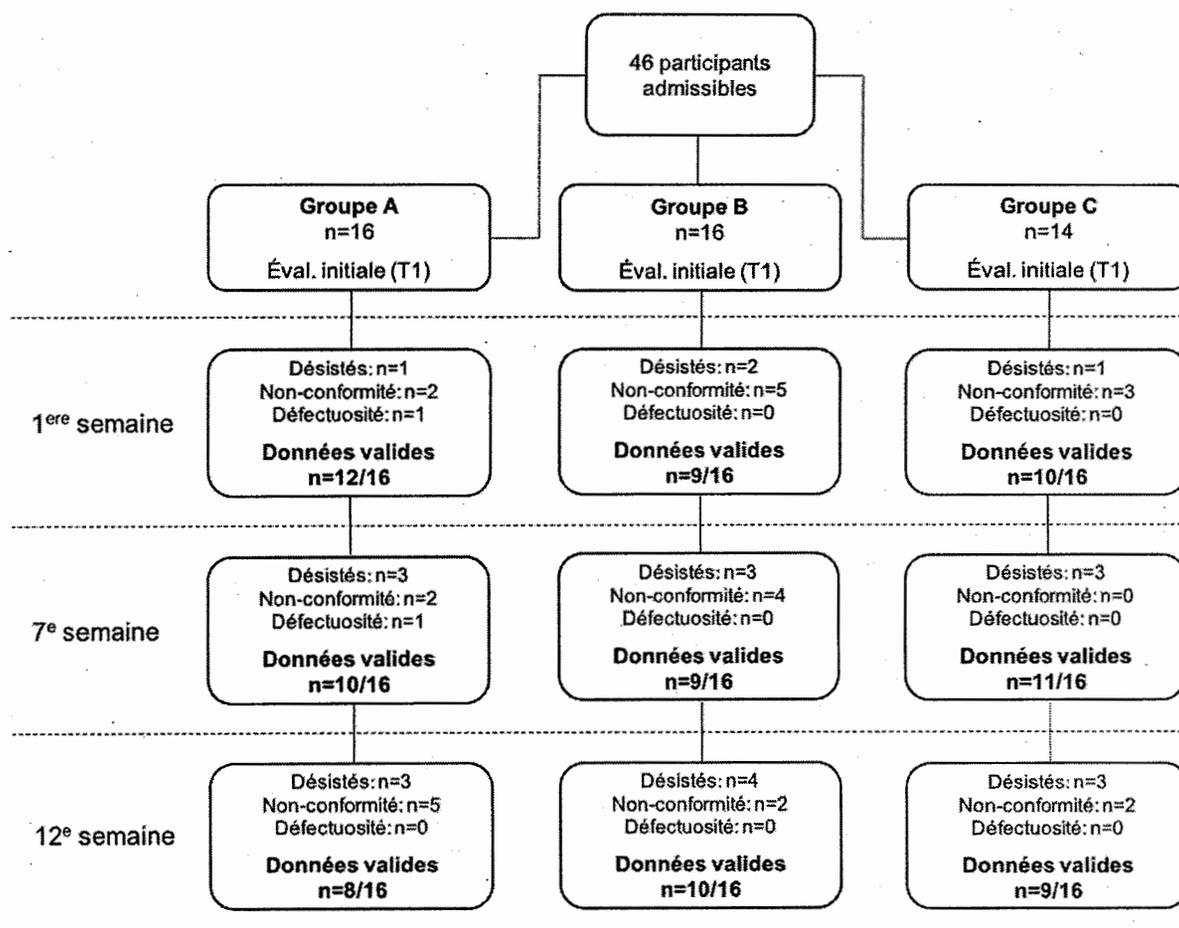


Figure 5.1 : Répartition des participants et flux des données collectées.

Tableau 5.4 : Effets de l'intervention intra et inter-groupes sur le nombre moyen de pas par jour au cours de la période d'intervention.

		Groupe A	Groupe B	Groupe C	Valeur p A vs. B	Valeur p A vs. C	Valeur p B vs. C
1 ^{ère} semaine	A : n=12 B : n=9 C : n= 10	3544 (±1759)	4425 (±2384)	3133 (±1971)	0,48	0,51	0,25
7 ^e semaine	A : n=10 B : n=9 C : n= 11	2964 (±1373)	4396 (±2702)	3491 (±2286)	0,22	0,67	0,47
12 ^e semaine	A : n=8 B : n=10 C : n= 9	3904 (±1775)	3597 (±1781)	3299 (±2607)	0,66	0,39	0,68
Valeur p 1^{ère} vs. 7^e sem.		0,78	0,68	0,06			
Valeur p 7^e vs. 12^e sem.		1,00	0,86	0,17			
Valeur p 1^{ère} vs. 12^e sem.		0,50	0,31	0,78			

Moyenne (± écart-type). p<0.05 significatif.

Le nombre moyen de pas faits par jour au cours de la 1^{ère} semaine était similaire pour les trois groupes. Selon les résultats obtenus à la 7^e et à la 12^e semaine, l'intervention ne semble pas avoir eu d'effets sur le nombre moyen de pas faits, car aucune différence n'a été observée entre les groupes au cours de ces deux autres périodes de mesures. Au sein des groupes eux-mêmes, aucune différence significative n'a été observée entre les périodes 1^{ère} et 7^e semaine, 7^e et 12^e semaine ainsi que 1^{ère} et 12^e semaine.

5.5 Discussion

À titre de rappel, la présente étude avait pour objectifs de vérifier la faisabilité et l'acceptabilité d'une intervention en activité physique à l'aide d'une gérontechnologie dans les résidences pour personnes âgées et d'évaluer les effets physiques d'une telle intervention.

5.5.1 Faisabilité et acceptabilité

Les résultats sur la faisabilité et l'acceptabilité de l'intervention ont été discutés sous forme d'article scientifique au chapitre IV, et les principaux éléments sont repris ici. Les résultats se sont avérés favorables et conformes aux études pilotes précédemment réalisées (Valiani, Lauzé et al. 2016, Lauzé, Martel et al. 2017), indiquant que ce type d'intervention est faisable et acceptable. D'abord, le taux d'adhésion de 89% est considéré relativement élevé, si l'on compare avec d'autres programme d'exercices à la maison pour personnes âgées (Helbostad, Sletvold et al. 2004, Cyarto, Brown et al. 2006). Tel que souligné précédemment, nous estimons que ce haut taux d'adhésion s'explique par les sentiments d'autonomie et d'auto-efficacité que cette intervention a permis de susciter chez les participants. Il s'agit en effet de sentiments qui sont étroitement liés à l'adhésion et la conformité à un programme d'exercices (Trost, Owen et al. 2002).

Le design de l'intervention, qui amenait progressivement les participants à utiliser le système de façon autonome, a permis d'alimenter ces sentiments, avec comme résultat plus de la moitié des séances réalisés sans la supervision directe d'un kinésiologue. De plus, le fait que les participants avaient la liberté de réaliser leurs séances d'exercices au moment qui leur convenait a également été favorable. Effectivement, cet aspect a été identifié comme un facteur facilitant par Kalinowski, Wulff et al. (2012). Par

ailleurs, nous estimons que la gérontechnologie elle-même a contribué à ce phénomène ; premièrement, grâce à sa conception simple et facile d'utilisation, deuxièmement, par les rétroactions continues données par le système en cours de séance d'exercices et, troisièmement, par la personnalisation des paramètres des jeux et exercices. Tout cela a permis aux participants de progresser à leur propre rythme et ainsi réduire leur peur de ne pas être à la hauteur ou de ralentir les autres, un obstacle à l'activité physique évoqué par les personnes âgées inactives (Costello, Kafchinski et al. 2011). Finalement, les jeux et exercices choisis ont semblé correspondre aux goûts et aux besoins des participants. Ces derniers ont aimé les faire et ont jugé convenable leur niveau de difficulté. Cela a permis de démontrer que l'intervention est acceptable auprès de la population visée.

5.5.2 Capacités fonctionnelles

Les effets de l'intervention sur la santé et les capacités fonctionnelles des participants, tout comme ceux de la faisabilité et de l'acceptabilité, ont été discutés au chapitre IV. Néanmoins, nous reprenons ici les principaux éléments.

Tout d'abord, les résultats de la présente étude viennent en appui aux études précédentes qui mettent en valeur les bénéfices potentiels des interventions faisant appel à la rétroaction indirecte ou à distance (Geraedts, Zijlstra et al. 2013). Non seulement le groupe EX a-t-il augmenté sa vitesse de marche de façon statistiquement significative lorsque comparé au groupe CON, l'augmentation de +0,10 m/s et le résultat obtenu à T2, soit une moyenne de 0,98 m/s, sont cliniquement significatifs (Perera, Mody et al. 2006). En effet, les participants du groupe EX ont presque atteint le seuil de 1,0 m/s qui est associé à une réduction des risques pour la santé chez les personnes âgées (Abellan Van Kan, Rolland et al. 2009). L'amélioration observée au SPPB à T2 a également été cliniquement significative pour ce groupe, avec une

augmentation d'un point (Perera, Mody et al. 2006) et un pointage total supérieur à 10, un score associé à une réduction des risques d'événements indésirables (Vasunilashorn, Coppin et al. 2009).

L'absence de changements ou d'améliorations significatives dans les autres variables mesurées, notamment celles qui sont normalement sensibles à l'activité physique, comme la composition corporelle (Goodpaster, Chomentowski et al. 2008), peut s'expliquer par l'intensité légère et la faible fréquence du programme d'activité physique. Cependant, le design de l'intervention était conçu de façon à favoriser l'adhésion et la conformité à un programme d'exercices d'un groupe de personnes âgées à la base sédentaires (Brawley, Rejeski et al. 2003), à agir sur les capacités fonctionnelles qui permettent de maintenir l'autonomie, et non à améliorer la composition corporelle.

Cela dit, ce qui ressort de cette étude est la différence observée entre les groupes lors de l'évaluation de suivi, à T3. Le programme d'activité physique, qui a eu des bénéfices intéressants, mais limités immédiatement après l'intervention, semble avoir agi de façon relativement durable sur le groupe expérimental. En effet, les changements observés à T3 ont fait ressortir des différences entre les groupes, indiquant que le groupe EX a soit maintenu ses acquis soit retrouvé ses valeurs de base, alors que le groupe CON a décliné. Cela a été observé notamment dans l'autonomie fonctionnelle de participants du groupe EX. Ce résultat est comparable à ceux d'une autre étude clinique en activité physique conduite dans plusieurs résidences pour personnes âgées en Europe, où l'intervention avait contribué à freiner le déclin de l'autonomie des participants (Gronstedt, Frandin et al. 2013). Nous avons également observé un déclin du groupe CON par rapport au groupe EX dans le nombre de chutes rapporté et l'indice de fragilité, suggérant que l'intervention ait contribué à prévenir le déclin de la mobilité fonctionnelle des participants (Stel, Smit et al. 2004, Puts, Lips et al. 2005). Finalement,

les effets positifs sur les capacités fonctionnelles, en particulier au test TUG, dans la vitesse de marche normale et au score du SPPB, indiquent que des gains peuvent être maintenus un certain temps malgré l'arrêt de la pratique (Kyrдалen, Moen et al. 2014, Wójcicki, Fanning et al. 2015).

5.5.3 Niveau d'activité physique

En ce qui concerne les effets de l'intervention sur le niveau d'activité physique auto-déclaré, nous notons d'abord qu'elle a conduit aux effets escomptés à la fin de l'intervention (T2); les deux groupes expérimentaux ont atteint un score au RAPA significativement plus élevé que le groupe témoin. Cette augmentation était prévue et intentionnelle. Cependant, le fait d'être assigné au groupe B (non restreint à un nombre fixe de séances d'AP prescrites) n'a pas mené aux effets attendus quant au niveau d'activité physique volontaire et au nombre de séances réalisées, en comparaison avec le groupe A. En effet, aucune différence significative entre les groupes A et B n'a été observée à la fin de l'intervention (T2), alors que nous nous attendions à en voir une. Par ailleurs, les résultats démontrent que seulement le tiers des participants, soit 4 sur 12, se sont prévalus du privilège d'utiliser « à volonté » la gérontechnologie. Parmi eux, seulement deux ont clairement dépassé la moyenne de deux séances par semaine, les deux autres ayant atteint une moyenne hebdomadaire de moins de 2,5 séances.

Deux raisons peuvent expliquer que peu de participants du groupe B aient augmenté de façon volontaire, au-delà de la fréquence prescrite, leur pratique d'activités physiques au cours de la période d'intervention. Tout d'abord, il n'y avait pas de plan de progression pour augmenter le nombre de séances au cours des 12 semaines. Cela a sans doute freiné l'augmentation volontaire de la fréquence d'exercices. Il est en effet recommandé d'adapter, chez les personnes âgées, la progression des exercices, incluant la durée, l'intensité et la fréquence, aux besoins de chaque individu (Mcdermott and

Mernitz 2006). Cela est particulièrement important chez les personnes qui ont des problèmes de santé chroniques, comme c'était le cas chez plusieurs des participants à cette étude. Celles-ci devraient bénéficier d'une progression encore plus spécifique et planifiée (Durstine, Painter et al. 2000). Le programme proposé avec Jintronix® permettait certes d'offrir une progression personnalisée, avec de multiples possibilités d'ajustements des paramètres d'intensité (vitesse, précision et amplitude) et de durée des exercices (par le biais du nombre de séries et du nombre de répétitions), mais ne prévoyait pas d'augmentation progressive de la fréquence de pratique. Une approche différente, basé sur une augmentation volontaire, mais planifiée, de la fréquence de pratique aurait, possiblement, mené à d'autres résultats.

La deuxième raison de la non augmentation volontaire de la fréquence de pratique s'explique aussi, à notre avis, par l'absence de composante sociale au programme. S'il est vrai qu'une proportion importante des personnes âgées aime faire des exercices de façon individuelle (Wilcox, King et al. 1999), les effets motivateurs provoqués par le sentiment d'appartenance à un groupe auraient pu jouer un rôle important chez certains participants. En effet, il a été démontré que les personnes âgées ne sont pas différentes des adultes plus jeunes quant à leur envie de se joindre à un groupe composé de personnes de leur âge pour faire de l'activité physique et que cela avait sur eux un effet positif sur leur niveau de pratique (Beauchamp, Carron et al. 2007). Dans le cas de notre étude, l'intervention choisie misait sur les avantages de la pratique individuelle, ce qui a certainement favorisé le taux élevé d'adhésion au programme et le niveau d'autonomie atteint par les participants. Toutefois, nous estimons que le développement de relations entre les participants aurait pu contribuer à une pratique plus soutenue chez certains participants du groupe B.

Pour ce qui est du niveau d'activité physique auto-déclaré à T3, qui est retourné aux valeurs de base au sein des deux groupes expérimentaux, nous nous attendions à des

résultats différents étant donné que les programmes d'exercices à la maison sont réputés pour mener à une pratique plus durable (Ashworth, Chad et al. 2005). Cependant, le design même de l'intervention a pu faire en sorte que les participants n'avaient pas les ressources nécessaires pour poursuivre leur pratique. En effet, la gérontechnologie elle-même n'était plus à leur disposition à la fin de l'intervention. Une période de transition, incluant une proposition d'exercices comme la marche ou la mise en forme en groupe, ainsi qu'un suivi téléphonique, aurait pu être prévue pour encourager les participants à maintenir leur niveau d'activité physique (Rejeski and Brawley 2006) et potentiellement mener à des résultats différents.

Finalement, pour ce qui est du niveau d'activité physique mesuré de façon objective à l'aide de l'accéléromètre, les résultats sont plus surprenants. Tout d'abord, les résultats ne démontrent aucune différence entre les groupes au début de l'intervention, lors de la 1^{re} semaine de prise de mesures. Cela ne suscite pas de questionnement particulier étant donné que les premières séances ont surtout servi de période de familiarisation avec le programme et la gérontechnologie, et, par conséquent, n'entraînaient pas un niveau d'activité physique élevé.

Cependant, la similarité détectée entre les groupes expérimentaux et le groupe témoin lors de la prise de mesures des 7^e et 12^e semaines et l'absence de différence à travers le temps pour les deux groupes expérimentaux soulèvent un questionnement. En effet, il nous apparaît peu probable que le niveau d'activité physique ait augmenté de façon significative lorsque mesuré avec le questionnaire RAPA, mais aucunement selon la mesure objective. S'il est vrai que les mesures objectives, telles que celles prises par accélérométrie, sont généralement plus valides et fiables que les mesures subjectives auto-déclarées (Garriguet, Tremblay et al. 2015), la non-concordance totale des résultats nous surprend.

La littérature concernant l'utilisation de podomètres et d'accéléromètres permet de fournir quelques explications quant à ces résultats. Tout d'abord, la validité des données recueillies peut soulever des doutes. Bien que Lifecorder Plus (NL-2160) ait été jugé un outil adéquat pour mesurer le niveau d'activité physique dans un cadre de recherche en environnement non contrôlé (Schneider, Crouter et al. 2004), une revue de littérature démontre que la validité d'un accéléromètre uniaxial, comme celui utilisé lors de cette étude, s'avère moindre que celle d'un appareil multiaxial (Trost, McIver et al. 2005).

De plus, il a été démontré que le positionnement de l'appareil peut influencer la détection adéquate du mouvement. Selon les recommandations du fabricant du Lifecorder Plus (NL-2160), nous avons donné comme consigne aux participants de porter l'appareil à la taille, du côté de leur choix. Il s'agit d'un emplacement couramment suggéré, car la région du tronc est la plus souvent impliquée lors de la réalisation des mouvements corporels. L'appareil porté à cet endroit provoque très peu d'inconfort pour les utilisateurs et est considéré particulièrement sensible à la détection des mouvements associés à la marche. (Welk 2002). Par contre, il n'est pas très sensibles aux mouvements produits par les membres supérieurs et détecte de façon moins précise ceux qui sont faits dans un plan non horizontal (un déplacement dans un escalier, par exemple) (Yang and Hsu 2010). Or, le programme réalisé dans le cadre de la présente étude comportait surtout des mouvements « sur place », avec peu de déplacements horizontaux, ainsi que quelques exercices n'impliquant que les membres supérieurs. Finalement, il a été démontré que la fiabilité de la podométrie est discutable lorsqu'utilisée chez des personnes dont la vitesse de marche est inférieure à 0,9 m/s (Martin, Krč et al. 2012), ce qui était le cas chez les participants des trois groupes de cette étude. Par conséquent, nous suspectons que plusieurs mouvements n'aient pas été comptabilisés par l'appareil. Tout cela nous laisse croire que le niveau d'activité

physique pourrait avoir augmenté, mais que notre protocole, et plus précisément l'outil de mesure choisi, ne nous ait pas permis de le détecter.

5.6 Limites et perspectives

Cette étude présente certaines limites. Tout d'abord, la taille de l'échantillon a pu influencer les résultats. Un plus grand nombre de participants auraient peut-être atténué les différences observées dans le profil de base des participants. Le fait que le groupe expérimental présentait, en général, un meilleur profil de santé et de capacités fonctionnelles que le groupe témoin, a pu, potentiellement, réduire le potentiel de gains. Ensuite, le fait que les évaluations n'étaient pas conduites à l'aveugle peut avoir biaisé les résultats. Ce risque de biais demeure présent même lorsque des tests et questionnaires valides et fiables sont utilisés, comme ce fut le cas dans cette étude. Également, l'installation du système et la réalisation des séances dans une pièce commune au sein des RPA, à la vue de tous les résidents, peuvent avoir influencé le comportement des participants du groupe témoin. Bien que ceux-ci aient été informés de ne pas changer leurs habitudes de vie, il est possible qu'ils aient apportés quelques changements qui peuvent avoir influencé leurs résultats aux évaluations.

Le logiciel Jintronix lui-même a également posé certaines limites. Tout d'abord, l'interface proposée était relativement facile d'utilisation pour une personne familière à l'ordinateur. Cependant, elle s'est avérée un défi pour les participants qui n'avaient jamais auparavant manipulé une souris et qui devait cliquer sur leur numéro de participant pour démarrer la séance. De plus, bien que l'ordinateur devait demeurer allumé en tout temps, certains participants ou d'autres résidents l'ont parfois éteint ce qui posait un obstacle au participant suivant s'il n'était pas en mesure de le redémarrer. Aussi, au moment des mises à jour du logiciel, la routine de début de séance se voyait perturbée, ce qui était dérangeant pour certaines personnes. Ces obstacles d'utilisation

de la technologie ont potentiellement découragé certains participants du groupe B à faire davantage de séances.

Ensuite, l'appareil utilisé pour mesurer le niveau d'activité physique de façon objective a, selon nous, également posé une limite importante qui nous a empêché d'obtenir des résultats justes concernant cette variable. Malgré l'hétérogénéité des études concernant les meilleurs outils de mesure du niveau d'activité physique des personnes âgées, il semble que l'utilisation d'un autre appareil aurait été pertinente. En effet, il semble que les accéléromètres de type triaxial, comme le Tritrac-R3D, ou les appareils à capteurs multiples, comme le SenseWear Armband, offrent un meilleur rendement auprès des populations dont les capacités fonctionnelles, incluant la vitesse de marche, sont réduites en raison de la maladie et/ou de l'âge (Van Remoortel, Giavedoni et al. 2012). Néanmoins, les études actuelles indiquent que les méthodes ne sont pas normalisées et ne permettent pas de déterminer lequel des outils de mesure est le meilleur pour chaque population spécifique (Gorman, Hanson et al. 2014). Enfin, même si la mesure objective du niveau d'activité physique des personnes âgées demeure un défi, il nous semble important de poursuivre les recherches dans ce domaine. Cela permettra éventuellement d'identifier les interventions qui pourront à la fois augmenter le niveau d'activité physique volontaire et réduire la sédentarité.

Finalement, les critères d'inclusion très larges ont peut-être aussi limité les effets de l'intervention. Dans le cas de cette étude, nous avons intentionnellement visé une population en RPA le plus large possible, avec un minimum de discrimination quant au profil de santé, afin de déterminer si l'implantation du système dans un tel milieu pouvait être envisageable. Il serait maintenant intéressant d'étudier les effets d'une intervention avec cette même technologie auprès de groupes de participants plus homogènes. Nous pensons notamment à la formation de groupes de personnes âgées vivant avec la maladie d'Alzheimer, atteintes de la maladie de Parkinson ou ayant des

problèmes d'arthrose. Un programme constitué de jeux et d'exercices répondant plus spécifiquement aux besoins de ces personnes aurait, à notre avis, le potentiel d'offrir encore plus de bienfaits. Cette étude laisse croire que l'implantation d'un tel système dans d'autres types d'infrastructure est envisageable. Il serait intéressant d'explorer son utilisation dans des milieux tels que les centres de réadaptation, des CHSLD et des résidences intermédiaires ou de type familial. Par ailleurs, au moment de rédiger ces lignes, certains projets de recherche étaient en cours de développement en France, auprès d'une population fragile vivant en résidence, et en Nouvelle-Zélande, auprès de personnes âgées à risque de chute et vivant dans la collectivité.

CONCLUSION

Cette étude nous a permis de démontrer qu'une intervention en activité physique à l'aide d'une gérontechnologie pouvait avoir des effets bénéfiques sur les personnes âgées vivant en résidence. Plus précisément, nous avons démontré que l'intervention en activité physique à l'aide de la gérontechnologie Jintronix® a mené à une augmentation de la vitesse de marche normale des participants, et que cette amélioration était encore tangible trois mois plus tard. La faible vitesse de marche étant le prédicteur le plus important de perte de mobilité fonctionnelle, il s'agit là d'un résultat notable.

Cette intervention a aussi mené à des bienfaits concernant la prévention des déclin fonctionnels chez cette population. C'est dans la période de suivi que ces bienfaits sont réellement ressortis. En effet, tout au long de la période de six mois de l'étude, les participants du groupe témoin ont vu leur fragilité s'accroître et leurs capacités physiques se réduire, alors qu'elles se sont maintenues ou améliorées chez ceux qui ont pris part au programme d'activité physique.

Cette étude a également permis de confirmer que l'utilisation du système Jintronix® par des personnes âgées vivant en résidence était faisable et acceptable. L'adhésion au programme a atteint un taux supérieur à celui visé, avec près de 90% des séances prescrites qui ont été réalisées, et ce de façon conforme aux normes de qualité fixées. De plus, les participants ont été en mesure d'utiliser adéquatement et de façon autonome la gérontechnologie mise à leur disposition. D'ailleurs, l'intervention proposée a été bien acceptée par les participants qui l'ont jugée facile et plaisante.

Cette étude met en lumière le potentiel des approches novatrices dans l'amélioration de la santé, par l'activité physique, des personnes vivant en résidence pour personnes âgées. Il s'avère important d'offrir une variété de moyens d'être actifs afin d'en faire bénéficier un maximum de personnes âgées. En ce sens, les jeux vidéo interactifs adaptés, comme ceux proposés par Jintronix®, peuvent être à la fois attrayants, en raison de leur aspect ludique, et efficaces, grâce aux nombreux paramètres personnalisables. Cela est d'autant plus important pour les kinésologues qui, par le biais du portail, peuvent superviser tout aussi efficacement, mais à distance, un plus grand nombre de personnes.

Finalement, comme cette étude a démontré que la mise en place et l'utilisation d'une gérontechnologie pour faire de l'activité physique est faisable et acceptable dans les résidences pour personnes âgées, il serait à notre avis pertinent d'envisager des programmes d'implantation afin d'en faire profiter un maximum de personnes. Sur le plan sociétal, l'utilisation de ce type de gérontechnologie peut avoir des répercussions importantes. L'amélioration des capacités fonctionnelles des personnes âgées favorise le maintien de leur autonomie, et cette étude démontre, une fois de plus, que l'activité physique régulière peut y contribuer. Nous pouvons nous réjouir des avancées qui permettent de repousser l'âge du décès, mais les efforts en ce sens doivent se faire en parallèle avec l'amélioration de l'espérance de vie en santé, des efforts auxquels la kinésiologie peut contribuer.

ANNEXES

ANNEXE A : CERTIFICATS DE FORMATION EN ÉTHIQUE DE RECHERCHE

Groupe en éthique de la recherche
EPTC 2: FER
Forum éthique de la recherche

Certificat d'accomplissement

Ce document certifie que

Martine Lauzé

a complété le cours : *l'Énoncé de politique des trois Conseils : Éthique de la recherche avec des êtres humains : Formation en éthique de la recherche (EPTC 2 : FER)*

3 septembre, 2013

Santé et Services sociaux Québec

CERTIFICAT DE FORMATION

Ce document atteste que

Martine Lauzé

a terminé avec succès le module de formation suivant:

MODULE 1

du programme de formation en ligne du ministère de la Santé et des Services Sociaux

Le programme de formation en ligne est financé par le ministère de la Santé et des Services Sociaux. Les participants à ce programme de formation en ligne sont encouragés à partager leurs connaissances et leurs expériences avec les autres participants. Les participants sont encouragés à participer activement aux discussions et à poser des questions. Les participants sont encouragés à partager leurs connaissances et leurs expériences avec les autres participants. Les participants sont encouragés à participer activement aux discussions et à poser des questions.

Santé et Services sociaux Québec

CERTIFICAT DE FORMATION

Ce document atteste que

Martine Lauzé

a terminé avec succès le module de formation suivant:

MODULE 3.1

du programme de formation en ligne du ministère de la Santé et des Services Sociaux

Le programme de formation en ligne est financé par le ministère de la Santé et des Services Sociaux. Les participants à ce programme de formation en ligne sont encouragés à partager leurs connaissances et leurs expériences avec les autres participants. Les participants sont encouragés à participer activement aux discussions et à poser des questions. Les participants sont encouragés à partager leurs connaissances et leurs expériences avec les autres participants. Les participants sont encouragés à participer activement aux discussions et à poser des questions.

Santé et Services sociaux Québec

CERTIFICAT DE FORMATION

Ce document atteste que

Martine Lauzé

a terminé avec succès le module de formation suivant:

MODULE 3.2

du programme de formation en ligne du ministère de la Santé et des Services Sociaux

Le programme de formation en ligne est financé par le ministère de la Santé et des Services Sociaux. Les participants à ce programme de formation en ligne sont encouragés à partager leurs connaissances et leurs expériences avec les autres participants. Les participants sont encouragés à participer activement aux discussions et à poser des questions. Les participants sont encouragés à partager leurs connaissances et leurs expériences avec les autres participants. Les participants sont encouragés à participer activement aux discussions et à poser des questions.

Santé et Services sociaux Québec

CERTIFICAT DE FORMATION

Ce document atteste que

Martine Lauzé

a terminé avec succès le module de formation suivant:

MODULE 3.3

du programme de formation en ligne du ministère de la Santé et des Services Sociaux

Le programme de formation en ligne est financé par le ministère de la Santé et des Services Sociaux. Les participants à ce programme de formation en ligne sont encouragés à partager leurs connaissances et leurs expériences avec les autres participants. Les participants sont encouragés à participer activement aux discussions et à poser des questions. Les participants sont encouragés à partager leurs connaissances et leurs expériences avec les autres participants. Les participants sont encouragés à participer activement aux discussions et à poser des questions.

ANNEXE B : CERTIFICAT D'ÉTHIQUE DU PROJET DE RECHERCHE



No du certificat : 2015_e_679

CERTIFICAT D'ÉTHIQUE

Le Comité institutionnel d'éthique de la recherche avec des êtres humains de l'UQAM, a examiné le protocole de recherche suivant et jugé conforme aux pratiques habituelles et répond aux normes établies par le Cadre normatif pour l'éthique de la recherche avec des êtres humains de l'UQAM (juin 2012).

Protocole de recherche

Chercheur(e) principal(e) : Mylène Aubertin-Leheudre
Unité de rattachement : Département des sciences de l'activité physique
Équipe de recherche : Personnel étudiant : Dominic Martel (UQAM); Partenaires : Mark Evin et Daniel Schacter (Intronix)
Étudiant(s) réalisant leurs projets de mémoire ou de thèse (incluant les thèses de spécialisation) dans le cadre du présent protocole de recherche : Martine Lauzé (maîtrise en kinanthropologie)
Titre du protocole de recherche : *Faisabilité et effets de l'activité physique à l'aide d'une gérontechnologie sur la santé des personnes âgées vivant en résidence*
Organisme de financement (le cas échéant): MITACS (2015-2017)

Modalités d'application

Le présent certificat est valide pour le projet tel que soumis au CIÉREH. Les modifications importantes pouvant être apportées au protocole de recherche en cours de réalisation doivent être communiquées au comité¹.

Tout évènement ou renseignement pouvant affecter l'intégrité ou l'éthicité de la recherche doit être communiqué au comité.

Toute suspension ou cessation du protocole (temporaire ou définitive) doit être communiquée au comité dans les meilleurs délais.

Le présent certificat d'éthique est valide jusqu'au 8 décembre 2016. Selon les normes de l'Université en vigueur, un suivi annuel est minimalement exigé pour maintenir la validité de la présente approbation éthique. Le rapport d'avancement de projet (renouvellement annuel ou fin de projet) est requis pour le 8 novembre 2016. Vous recevrez automatiquement un premier courriel de rappel trois mois avant la date d'échéance du certificat.

 Éric Dion, Ph.D.
 Professeur
 Président

8 décembre 2015

Date d'émission initiale du certificat

¹ Modifications apportées aux objectifs du projet et à ses étapes de réalisation, au choix des groupes de participants et à la façon de les recruter et aux formulaires de consentement. Les modifications incluent les risques de préjudices non-prévus pour les participants, les précautions mises en place pour les minimiser, les changements au niveau de la protection accordée aux participants en termes d'anonymat et de confidentialité ainsi que les changements au niveau de l'équipe (ajout ou retrait de membres).

ANNEXE C : FORMULAIRE D'INFORMATION ET DE CONSENTEMENT



FORMULAIRE D'INFORMATION ET DE CONSENTEMENT (participant majeur)

Faisabilité et effets de l'activité physique à l'aide d'une gérontechnologie sur la santé des personnes âgées vivant en résidence

IDENTIFICATION

Responsable du projet : Mylène Aubertin-Leheudre, Professeure
 Département, centre ou institut : Département des sciences de l'activité physique, Université du Québec à Montréal
 Adresse postale : Département des sciences de l'activité physique, Université du Québec à Montréal, SB-4615, 141 Avenue du Président-Kennedy, Montréal (Québec) Canada, H2X 1Y4
 Adresse courriel : aubertin-leheudre.mylene@uqam.ca

Membres de l'équipe : Martine Lauzé (candidate à la maîtrise en Kinanthropologie) et Dominic Martel (candidat à la maîtrise en Kinanthropologie).

BUT GÉNÉRAL DU PROJET

Ce projet a pour premier objectif de mesurer la faisabilité et l'acceptabilité d'un programme d'activité physique faisant appel à une gérontechnologie auprès des aînés vivant en résidence pour personnes âgées. Le second objectif est de mesurer les bénéfices d'une telle intervention auprès de cette population. Ce projet est réalisé sous la direction du Dre Aubertin-Leheudre, professeure au Département des sciences de l'activité physique de l'UQAM. Elle peut être jointe au 514 987 3000 poste 5018 ou par courriel à l'adresse suivante: aubertin-leheudre.mylene@uqam.ca.

NATURE DU PROTOCOLE

Si vous acceptez de participer à l'étude, vous serez sélectionné au hasard pour faire partie d'un groupe expérimental (groupe d'exercices) qui prendra part à un programme d'exercices individuel adapté de 12 semaines (à raison de 2 séances/semaine ou plus) qui se déroulera dans votre résidence et qui sera supervisé par un kinésiologue **OU** pour faire partie du groupe témoin qui lui poursuivra ses activités quotidiennes sans intervention en activité physique. Que vous soyez dans un groupe expérimental ou dans le groupe témoin, vous serez appelé à répondre à des questions portant sur votre état de santé, sur vos capacités à réaliser vos activités quotidiennes et à vous déplacer, sur votre humeur, sur votre niveau d'activité physique et sur vos préoccupations quant aux chutes. Nous prendrons vos mesures anthropométriques (poids, taille) et de votre composition corporelle (masse grasse, masse musculaire). Vous serez également appelé à faire des tests physiques qui consisteront par exemple à vous lever et vous asseoir à quelques reprises, à marcher quelques mètres, etc. Cette évaluation qui comprend les questionnaires, les prises de mesures et les tests durera 60 minutes et sera conduite 3 fois pendant votre participation à l'étude. Chaque évaluation se déroulera à votre résidence. Finalement, nous allons mesurer votre niveau d'activité physique à l'aide d'un podomètre que vous porterez pendant 7 jours.

Résumé des rencontres et interventions au cours de l'étude

Moment	Description	Qui
Première rencontre	Évaluation initiale (T0)	Tous
Deuxième rencontre	Installation de l'appareil et familiarisation avec le programme d'exercices	Groupes d'exercices
Semaine 1	Port du podomètre	Tous
	Début des séances d'exercices	Groupes d'exercices
Semaines 2 à 6	Poursuite des séances d'exercices	Groupes d'exercices
Semaine 7	Port du podomètre	Tous
	Poursuite des séances d'exercices	Groupes d'exercices
Semaines 8 à 11	Poursuite des séances d'exercices	Groupes d'exercices
Semaine 12	Port du podomètre	Tous
	Poursuite des séances d'exercices	Groupes d'exercices
Entre les semaines 11 et 14	Évaluation à 3 mois (T3)	Tous
Entre les semaines 23 à 26	Évaluation à 6 mois (T6)	Tous

PROCÉDURES

1. Évaluation

Une évaluation sera conduite à trois reprises au cours de votre participation au projet de recherche, sauf pour le questionnaire de la rubrique A) qui ne se administre qu'une fois, soit au début de l'étude.

A) Questionnaire sur les données sociodémographiques

Nous vous poserons 5 questions pour connaître votre profil sociodémographique (âge, origine ethnique, niveau de scolarité, état matrimonial et occupation principale).

B) Questionnaire sur l'autonomie fonctionnelle *Système de mesure de l'autonomie fonctionnelle*

Nous vous poserons 29 questions concernant votre capacité à faire des activités de la vie quotidienne avec ou sans aide.

C) Questionnaire sur les comorbidités actuelles et liste médicaments

Nous vous demanderons de nous faire part des problèmes de santé que vous pourriez avoir et des médicaments que vous prenez.

D) Évaluation de la mobilité

Nous vous demanderons si vous utilisez une aide à la marche et, si oui, laquelle, à quelle fréquence et pour quelle raison.

E) Questionnaire sur les chutes et la peur des chutes *FES-court*

Nous vous poserons 7 questions concernant la peur de chuter dans vos activités quotidiennes.

- F) Questionnaire sur votre niveau d'activité physique *Rapid Assessment of Physical Activity***
 Nous vous demanderons de nous indiquer si vous faites actuellement des activités physiques, et si oui, l'intensité et la durée de celles-ci.
- G) Questionnaire sur l'indice de fragilité *Study of Osteoporotic Fractures***
 Nous vous poserons 3 questions qui nous permettent de déterminer votre indice de fragilité, un indice évaluant les risques de perte d'autonomie, en fonction de trois critères : la perte de poids non intentionnelle, votre niveau d'énergie perçue et la force de vos membres inférieurs (se lever d'une chaise et s'asseoir).
- H) Évaluation des dysfonctions cognitives légères *Montreal Cognitive Assessment***
 Nous vous ferons passer un test standardisé pour mesurer votre état cognitif général.
- I) Questionnaire de mesure de la qualité de vie *Short Form (36) Health survey***
 Nous vous poserons des questions touchant votre perception de votre état de santé global, incluant votre santé physique, émotionnelle et sociale. Le questionnaire contient 36 items.
- J) Mesures anthropométriques**
 Nous prendrons les mesures suivantes : taille, poids, tour de taille, tour de hanche, longueur de la jambe, circonférence des mollets.
- K) Analyse corporelle par bio-impédance**
 Avec un appareil de bio-impédancemétrie, un appareil similaire à un pèse-personne sur lequel vous devrez monter et qui prend des mesures à l'aide d'un courant de très faible intensité, nous allons déterminer votre composition corporelle (quantité de muscle et de gras). Cela prend moins d'une minute.
- L) Tests de capacités fonctionnelles**
 Vos capacités fonctionnelles seront mesurées à l'aide d'une batterie de tests validés et issus du *Short Physical Performance Battery (SPPB)*, soit le test de la chaise (assis-debout 5 fois), un test d'équilibre avec les pieds en trois différentes positions (pieds joints, pieds décalés et pieds l'un derrière l'autre) et un test de marche rapide sur 4 mètres. D'autres tests physiques complémentaires seront effectués, soit celui de se lever d'une chaise, de marcher 3 mètres et de retourner s'asseoir et celui de la force de préhension. Ce dernier test se fait à l'aide d'un dynamomètre (appareil en métal sous forme d'une poignée). Pour effectuer ce test, vous devrez, en position debout le bras à 10 degrés du corps, serrer l'appareil le plus fort possible avec la main. Le test sera effectué à trois reprises pour chaque main. Ces tests prennent de 15 à 20 minutes.
- M) Mesure du niveau d'activité physique à l'aide d'un podomètre**
 À trois reprises au cours de votre participation, vous devrez porter pendant 7 jours un podomètre, soit un petit appareil, à la taille de votre pantalon/jupe ou dans votre poche de pantalon/jupe. Il enregistrera le nombre de mouvements que vous faites, par exemple les pas, et, à partir de cette information, nous serons en mesure d'estimer votre dépense énergétique journalière et votre niveau d'activité physique. Vous devrez le porter en permanence sauf pendant la nuit et lors de toute activité aquatique (bain, douche, piscine, etc.).

La durée totale de l'évaluation est de 60 minutes.

À la fin de cette séance d'évaluation, une enveloppe sera tirée et la désignation de votre groupe vous sera dévoilée (A, B, ou C).

2. Intervention

Si vous êtes dans l'un des deux groupes expérimentaux, vous serez appelé à suivre un programme d'exercices dans votre résidence à l'aide d'une gérontechnologie. Il s'agit d'exercices conçus avec un logiciel appelé Jintronix auquel est intégré un système de détection et de capture du mouvement utilisant la plateforme Kinect de Microsoft. À partir d'un écran de télévision qui sera mis à votre disposition, ce système vous guidera tout au long de vos séances d'exercices.

Si vous êtes dans le groupe A, nous vous demanderons de faire 2 séances par semaine en prenant soin de prendre une journée de pause entre vos séances. Si vous êtes dans le groupe B, nous vous demanderons de faire autant de séances que vous le souhaitez par semaine, mais au minimum 2 par semaine avec un maximum de 1 séance par jour.

Chaque séance durera entre 40 et 45 minutes et votre programme se déroulera durant 12 semaines consécutives (soit 24 séances minimum)

Le programme que vous suivrez est constitué de la façon suivante:

- Partie 1 - Échauffement: 1 série de 5 exercices (5 minutes)
- Partie 2 - Cardiovasculaire: 2 séries de 7 exercices (15 minute)
- Partie 3 - Renforcement et équilibre: 1 série de 8 exercices (15 à 20 minutes)
- Partie 4 - Souplesse et retour au calme: 1 série de 4 exercices (5 minutes)

Les détails du programme d'exercices ainsi que toutes les consignes vous seront communiqués par un le kinésiologue responsable. De plus, un Cahier du participant vous sera remis. Il reprendra toutes ces informations et vous pourrez vous y référer en tout temps.

Ce kinésiologue assurera votre suivi et adaptera le programme d'exercices en fonction de vos besoins et de vos progrès. Le soutien technique, soit l'installation de l'équipement et son bon fonctionnement, sera également assuré par un membre de notre équipe.

Ce programme d'exercices permet un suivi sécuritaire à distance. Ainsi, vous serez appelé à réaliser les séances en autonomie de façon progressive. Le programme d'exercices se fera en présence du kinésiologue aux séances 1, 2, 4, 6, 12 et 18. Le kinésiologue sera disponible sur appel en tout temps. Vous pourrez le contacter si vous avez des questions ou êtes inquiet face au programme d'exercices. Il répondra à vos questions par téléphone ou se déplacera à votre résidence.

Finalement, il vous sera demandé, à de chaque séance, de compléter un Journal de bord pour indiquer votre fréquence cardiaque au début et à la fin de chaque séance, votre perception du niveau de difficulté et votre appréciation de chaque exercice. Les consignes sur la façon de compléter le Journal de bord vous seront expliquées lors de la première séance. Elles seront également disponibles dans votre Cahier du participant.

AVANTAGES et RISQUES

Avantages

Vous aurez accès, si vous le souhaitez, à un bilan de vos capacités fonctionnelles et de votre composition corporelle. Pour des explications sur ce bilan, vous pouvez vous référer à la responsable du projet. De plus, si

vous faites partie d'un groupe expérimental, vous bénéficierez d'un suivi personnalisé par un kinésologue et vous pourriez retirer des bénéfices personnels du programme d'activité physique en améliorant votre condition physique et vos capacités fonctionnelles. Effectivement, des effets positifs peuvent être attendus étant donné qu'il est reconnu que l'exercice induit des bénéfices sur la santé des personnes de tous âges. Cependant, nous ne pouvons le garantir. Finalement, au niveau des bénéfices indirects, votre participation à cette étude et les résultats qui en découleront permettront de vérifier si l'utilisation d'une gérontechnologie s'avère faisable et acceptable et s'il y a des effets positifs sur la santé physique de personnes âgées vivant en résidence.

Risques

À notre connaissance, les risques pour votre santé sont minimes dans le cadre de cette étude. Autant que nous sachions, les effets secondaires indésirables qui pourraient survenir lors des tests de capacités fonctionnelles et lors des séances d'exercices sont des douleurs, de la fatigue, des étourdissements et un risque de tomber.

CONFIDENTIALITÉ

Les informations recueillies à votre propos lors de cette étude de recherche seront contenues dans un dossier de recherche confidentiel qui ne sera pas identifié avec votre nom, mais par un code confidentiel lié à son nom. Les dossiers anonymes ainsi que la clé des codes de participants pour cette étude de recherche seront conservés sous clé dans le laboratoire de la responsable du projet à l'UQAM. L'accès aux dossiers anonymes de cette étude sera restreint aux membres de l'équipe impliqués dans cette recherche et seulement pour les fins d'analyse de cette étude. L'accès à la clé des codes de participants pour cette étude sera strictement limité à la personne de l'équipe responsable de cette clé (Dre Aubertin-Leheudre). À votre demande, les renseignements le concernant seront détruits. Votre accord à participer implique également que vous acceptez que l'équipe de recherche puisse utiliser aux fins de la présente recherche (articles, conférences et communications scientifiques) et à des fins pédagogiques, les renseignements personnels recueillis à la condition qu'aucune information permettant de vous identifier ne soit divulguée publiquement à moins d'un consentement explicite de votre part.

PARTICIPATION VOLONTAIRE

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

RETRAIT DE LA PARTICIPATION DU PARTICIPANT

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

Par ailleurs, si durant l'étude, votre état de santé venait à changer, vous seriez alors contraint d'en aviser le chercheur qui évaluera à nouveau votre admissibilité à l'étude.

AUTORISATION DE TRANSMETTRE LES RESULTATS

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

Oui → Non →

Nom et adresse du médecin traitant :

ÉTUDE ULTÉRIEURE

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

Oui → Non →

COMPENSATION FINANCIÈRE

Aucune compensation financière ne sera fournie

CLAUSE DE RESPONSABILITÉS

En acceptant de participer à ce projet, vous ne renoncez à aucun de vos droits ni ne libérez les chercheurs, le commanditaire ou les institutions impliquées de leurs obligations légales et professionnelles.

DES QUESTIONS SUR LE PROJET OU SUR VOS DROITS?

Pour des questions additionnelles sur le projet, sur votre participation et sur vos droits en tant que participant de recherche, ou pour vous retirer du projet, vous pouvez communiquer avec :

Mylène Aubertin-Leheudre, Professeure
 Numéro de téléphone : (514) 987-3000 poste 5018
 Adresse courriel : aubertin-leheudre.mylène@uqam.ca

Le Comité institutionnel d'éthique de la recherche avec des êtres humains de l'UQAM (CIÉR) a approuvé le projet de recherche auquel vous allez participer. Pour des informations concernant les responsabilités de l'équipe de recherche au plan de l'éthique de la recherche avec des êtres humains ou pour formuler une plainte, vous pouvez contacter le président du CIÉR, par l'intermédiaire de son secrétariat au numéro (514) 987-3000 # 7753 ou par courriel à cierh@uqam.ca.

REMERCIEMENTS

Votre collaboration est importante à la réalisation de notre projet et l'équipe de recherche tient à vous remercier. Si vous souhaitez obtenir un résumé écrit des principaux résultats de cette recherche, veuillez ajouter vos coordonnées ci-dessous.

DECLARATION DU PARTICIPANT

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

Signature du participant :

Date :

Nom (lettres moulées):

DECLARATION DU RESPONSABLE

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

Signature du responsable du projet ou de son, sa délégué(e) :

Fait à Montréal, le _____
 Jour / Mois / Année

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

ANNEXE D : LES EXERCICES

Partie 1 - Échauffement

		Commentaires
1	Marche sur place sans bras	
2	Abduction de la hanche debout	
3	Extension de la hanche debout	

13

4	Ouverture horizontale des bras		Vous pouvez utiliser l'élastique (optionnel)
5	Marche sur place avec bras		

14

Partie 2 - Cardio

Cet enchaînement de 7 exercices est exécuté 2 fois.

		Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3
1	Marche sur place avec les bras		Vitesse modérée avec les bras	Vitesse rapide avec les bras
2	Step touch		Sans les bras ou Bras devant	Bras en haut

15

3	Pas pointé		Sans les bras ou Bras devant	Bras en haut	Bras en haut Genoux fléchis
4	Deux pas de côté		Sans les bras ou Bras devant	Bras en haut	Bras en haut Genoux fléchis
5	Fente latérale		Sans les bras ou Bras devant	Bras en haut	Bras en haut Genoux fléchis

16

Partie 3 – Renforcement et équilibre

		Commentaires
1	Ski slalom	 <ul style="list-style-type: none"> Placez vos pieds à la largeur de vos épaules Pointez les orteils vers l'avant Veillez à ce que vos genoux ne dépassent par vos orteils
2	Botté soccer	 <ul style="list-style-type: none"> Au besoin, utiliser le dossier d'une chaise pour maintenir votre équilibre
3	Éclate ballon	 <ul style="list-style-type: none"> Faites l'exercice avec des haltères pour le rendre plus difficile

18

4	Course dans l'espace	 <ul style="list-style-type: none"> L'exercice se fait un bras à la fois Faites l'exercice sans haltères pour le rendre plus facile et avec des haltères plus lourd pour le rendre plus difficile
5	Tape taupe	
6	Escalade	 <ul style="list-style-type: none"> Assurez-vous de bien lever le pied et de le maintenir dans la position quelques secondes

19

Pour les exercices 7 et 8 :

- Utilisez une chaise ou votre ballon
- Avec ballon : Assurez-vous de l'appuyer sur un mur ou sur une chaise pour éviter qu'il roule
- Prenez le temps de repérer le ballon avant de vous asseoir



7	Assis debout	 <ul style="list-style-type: none"> Faites l'exercice sur une chaise pour les premières séances Pour le rendre plus difficile, faites l'exercice sur votre ballon
8	Labyrinthe à bille	 <ul style="list-style-type: none"> Faites l'exercice sur une chaise pour les premières séances Pour le rendre plus difficile, faites l'exercice sur votre ballon Vous pouvez ensuite croiser les bras sur la poitrine

20

Partie 4 – Souplesse et retour au calme

1		30 sec. de chaque côté	3		30 sec. de chaque côté
2		30 sec. de chaque côté	4		3 X 5 sec. Aller porter les mains le plus haut possible (étirer tout le corps)

21

RÉFÉRENCES

Aagaard, P., C. Suetta, P. Caserotti, S. P. Magnusson and M. Kjær (2010). "Role of the nervous system in sarcopenia and muscle atrophy with aging: strength training as a countermeasure." Scandinavian journal of medicine & science in sports 20(1): 49-64.

Aarhus, R., E. Grönvall, S. B. Larsen and S. Wollsen (2011). "Turning training into play: Embodied gaming, seniors, physical training and motivation." Gerontechnology 10(2): 110-120.

Abellan Van Kan, G., Y. Rolland, S. Andrieu, J. Bauer, O. Beauchet, M. Bonnefoy, M. Cesari, L. M. Donini, S. Gillette-Guyonnet, M. Inzitari, F. Nourhashemi, G. Onder, P. Ritz, A. Salva, M. Visser and B. Vellas (2009). "Gait speed at usual pace as a predictor of adverse outcomes in community-dwelling older people an International Academy on Nutrition and Aging (IANA) Task Force." The journal of nutrition, health & aging 13(10): 881-889.

Agüero-Torres, H., E. von Strauss, M. Viitanen, B. Winblad and L. Fratiglioni (2001). "Institutionalization in the elderly: The role of chronic diseases and dementia. Cross-sectional and longitudinal data from a population-based study." Journal of Clinical Epidemiology 54(8): 795-801.

Al Snih, S., K. S. Markides, K. J. Ottenbacher and M. A. Raji (2004). "Hand grip strength and incident ADL disability in elderly Mexican Americans over a seven-year period." Aging clinical and experimental research 16(6): 481-486.

Alberti, K. G. M. M., R. H. Eckel, S. M. Grundy, P. Z. Zimmet, J. I. Cleeman, K. A. Donato, J.-C. Fruchart, W. P. T. James, C. M. Loria and S. C. Smith (2009). "Harmonizing the Metabolic Syndrome: A Joint Interim Statement of the International Diabetes Federation Task Force on Epidemiology and Prevention; National Heart, Lung, and Blood Institute; American Heart Association; World Heart Federation; International Atherosclerosis Society; and International Association for the Study of Obesity." Circulation 120(16): 1640-1645.

Allard, P. (2011). Analyse du mouvement humain par la biomécanique. Anjou, Québec, Fides éducation.

American College of Sports Medicine (2013). ACSM's guidelines for exercise testing and prescription, Lippincott Williams & Wilkins.

American Psychiatric Association (2013). DSM-5 : Diagnostic and statistical manual of mental disorders. Arlington, VA, American Psychiatric Publishing.

Amigues, I., A.-M. Schott, M. Amine, B. Gelas-Dore, K. Veerabudun, E. Paillaud, O. Beauchet, Y. Rolland, F. Canouï Poitrine and M. Bonnefoy (2013). "Low Skeletal Muscle Mass and Risk of Functional Decline in Elderly Community-Dwelling Women: The Prospective EPIDOS Study." Journal of the American Medical Directors Association 14(5): 352-357.

Andersen, J. L. (2003). "Muscle fibre type adaptation in the elderly human muscle." Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports 13(1): 40-47.

Archambault, P. S., N. G. Norouzi, D. Kairy, J. M. Solomon and M. F. Levin (2014). Towards Establishing Clinical Guidelines for an Arm Rehabilitation Virtual Reality System. Replace, Repair, Restore, Relieve—Bridging Clinical and Engineering Solutions in Neurorehabilitation, Springer: 263-270.

Ashworth, N. L., K. E. Chad, E. L. Harrison, B. A. Reeder and S. C. Marshall (2005). "Home versus center based physical activity programs in older adults." The Cochrane Library.

Association québécoise d'établissements de santé et de services sociaux (2014). Pour la qualité de vie des personnes hébergées en CHSLD, Direction de l'organisation des services, des affaires médicales et universitaires.

Aubertin-Leheudre, M., A. J. Woods, S. Anton, R. Cohen and M. Pahor (2015). "Frailty Clinical Phenotype: A Physical and Cognitive Point of View." Nestle Nutr Inst Workshop Ser 83: 55-63.

Ávila-Funes, J. A., H. Amieva, P. Barberger-Gateau, M. Le Goff, N. Raoux, K. Ritchie, I. Carrière, B. Tavernier, C. Tzourio, L. M. Gutiérrez-Robledo and J.-F. Dartigues (2009). "Cognitive Impairment Improves the Predictive Validity of the Phenotype of Frailty for Adverse Health Outcomes: The Three-City Study." Journal of the American Geriatrics Society 57(3): 453-461.

Awick, E., T. Wójcicki, E. Olson, J. Fanning, H. Chung, K. Zuniga, M. Mackenzie, A. Kramer and E. McAuley (2015). "Differential exercise effects on quality of life and health-related quality of life in older adults: a randomized controlled trial." Quality of Life Research 24(2): 455-462.

Barbat-Artigas, S., S. Dupontgand, A. Fex, A. D. Karelis and M. Aubertin-Leheudre (2011). "Relationship between dynapenia and cardiorespiratory functions in healthy postmenopausal women: novel clinical criteria." Menopause 18(4): 400-405.

Barbat-Artigas, S., S. Dupontgand, C. H. Pion, Y. Feiter-Murphy and M. Aubertin-Leheudre (2014). "Identifying recreational physical activities associated with muscle quality in men and women aged 50 years and over." Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle 5(3): 221-228.

Barbat-Artigas, S., C. H. Pion, J.-P. Leduc-Gaudet, Y. Rolland and M. Aubertin-Leheudre (2014). "Exploring the Role of Muscle Mass, Obesity, and Age in the Relationship Between Muscle Quality and Physical Function." Journal of the American Medical Directors Association 15(4): 303.e313-303.e320.

Barbat-Artigas, S., Y. Rolland, M. Cesari, G. Abellan van Kan, B. Vellas and M. Aubertin-Leheudre (2013). "Clinical Relevance of Different Muscle Strength Indexes and Functional Impairment in Women Aged 75 Years and Older." The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences 68(7): 811-819.

Baum, E. E., D. Jarjoura, A. E. Polen, D. Faur and G. Rutecki (2003). "Effectiveness of a group exercise program in a long-term care facility: a randomized pilot trial." Journal of the American Medical Directors Association 4(2): 74-80.

Bauman, A. E. (2004). "Updating the evidence that physical activity is good for health: an epidemiological review 2000–2003." Journal of Science and Medicine in Sport 7(1, Supplement 1): 6-19.

Baumgartner, R. N., K. M. Koehler, D. Gallagher, L. Romero, S. B. Heymsfield, R. R. Ross, P. J. Garry and R. D. Lindeman (1998). "Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico." Am J Epidemiol 147(8): 755-763.

Baumgartner, R. N., D. L. Waters, D. Gallagher, J. E. Morley and P. J. Garry (1999). "Predictors of skeletal muscle mass in elderly men and women." Mechanisms of Ageing and Development 107(2): 123-136.

Beard, J. R., S. Biggs, D. E. Bloom, L. P. Fried, P. Hogan, A. Kalache and S. J. Olshansky (2011). Global Population Ageing: Peril or Promise? Geneva, World Economic Forum.

Beauchamp, M. R., A. V. Carron, S. McCutcheon and O. Harper (2007). "Older adults' preferences for exercising alone versus in groups: considering contextual congruence." Annals of Behavioral Medicine 33(2): 200-206.

Benjamin, K., N. Edwards, P. Guitard, M. A. Murray, W. Caswell and M. J. Perrier (2011). "Factors that Influence Physical Activity in Long-term Care: Perspectives of Residents, Staff, and Significant Others." Canadian Journal on Aging/La Revue canadienne du vieillissement 30(02): 247-258.

- Berard, A., G. Bravo and P. Gauthier (1997). "Meta-analysis of the effectiveness of physical activity for the prevention of bone loss in postmenopausal women." Osteoporosis international 7(4): 331-337.
- Bergman, H., L. Ferrucci, J. Guralnik, D. B. Hogan, S. Hummel, S. Karunanathan and C. Wolfson (2007). "Frailty: An Emerging Research and Clinical Paradigm—Issues and Controversies." The Journal of Gerontology 62(7): 731-737.
- Berquin, A. and L. Plaghki (2003). Régénération, cellules satellites et vieillissement Le Sport après cinquante ans. C. Thiébauld and P. Sprumont. Louvain-La-Neuve, De Boeck.
- Betker, A., T. Szturm and Z. Moussavi (2006). Development of an interactive motivating tool for rehabilitation movements. Engineering in Medicine and Biology Society, 2005. IEEE-EMBS 2005. 27th Annual International Conference of the, IEEE.
- Bherer, L., K. I. Erickson and T. Liu-Ambrose (2013). "A review of the effects of physical activity and exercise on cognitive and brain functions in older adults." J Aging Res 2013: 657508.
- Bherer, L., K. I. Erickson and T. Liu-Ambrose (2013). "A Review of the Effects of Physical Activity and Exercise on Cognitive and Brain Functions in Older Adults." Journal of Aging Research 2013.
- Bieryla, K. A. and N. M. Dold (2013). "Feasibility of Wii Fit training to improve clinical measures of balance in older adults." Clinical interventions in aging 8: 775.
- Bollen, J. C., S. G. Dean, R. J. Siegert, T. E. Howe and V. A. Goodwin (2014). "A systematic review of measures of self-reported adherence to unsupervised home-based rehabilitation exercise programmes, and their psychometric properties." BMJ Open 4(6).
- Borg, G. A. (1982). "Psychophysical bases of perceived exertion." Med sci sports exerc 14(5): 377-381.
- Bottaro, M., S. Machado, W. Nogueira, R. Scales and J. Veloso (2007). "Effect of high versus low-velocity resistance training on muscular fitness and functional performance in older men." European Journal of Applied Physiology 99(3): 257-264.
- Bouma, H., J. L. Fozard, D. G. Bouwhuis and V. T. Taipale (2007). Gerontechnology in perspective.

Brassington, G. S., A. A. Atienza, R. E. Perczek, T. M. DiLorenzo and A. C. King (2002). "Intervention-related cognitive versus social mediators of exercise adherence in the elderly." American Journal of Preventive Medicine 23(2, Supplement 1): 80-86.

Brawley, L., W. Rejeski and A. King (2003). "Promoting physical activity for older adults: the challenges for changing behavior." American journal of preventive medicine 25(3 Suppl 2): 172-183.

Brill, P. A., C. A. Macera, D. R. Davis, S. N. Blair and N. Gordon (2000). "Muscular strength and physical function." Medicine and Science in Sports and Exercise 32(2): 412-416.

Brittle, N., S. Patel, C. Wright, S. Baral, P. Versfeld and C. Sackley (2009). "An exploratory cluster randomized controlled trial of group exercise on mobility and depression in care home residents." Clinical Rehabilitation 23(2): 146-154.

Bronswijk, J. E. M. H. v., H. Bouma and J. L. Fozard (2002). Technology for quality of life: an enriched taxonomy.

Bronswijk, J. E. M. H. v., H. Bouma, J. L. Fozard, W. D. Kearns, G. C. Davison and P.-C. Tuan (2009). Defining gerontechnology for R&D purposes.

Buman, M. P., E. B. Hekler, W. L. Haskell, L. Pruitt, T. L. Conway, K. L. Cain, J. F. Sallis, B. E. Saelens, L. D. Frank and A. C. King (2010). "Objective Light-Intensity Physical Activity Associations With Rated Health in Older Adults." American Journal of Epidemiology 172(10): 1155-1165.

Camirand, J. (2012). Vieillir en santé au Québec : portrait de la santé des aînés vivant à domicile en 2009-2010. Enquête sur la santé dans les collectivités canadiennes. Québec, Institut de la statistique du Québec,.

Campbell, A. J., M. C. Robertson, M. M. Gardner, R. N. Norton, M. W. Tilyard and D. M. Buchner (1997). "Randomised controlled trial of a general practice programme of home based exercise to prevent falls in elderly women." BMJ 315(7115): 1065-1069.

Caparosa, S., J. Nichols, S. Marshall, D. Cipriani, T. Kingsbury, K. Lorenz, K. Robusto and V. Nicaise (2011). "Exergaming: Not Just For Kids Anymore!" American Council on Exercise.

Carrière, I., A. Colvez, F. Favier, C. Jeandel and H. Blain (2005). "Hierarchical components of physical frailty predicted incidence of dependency in a cohort of elderly women." Journal of Clinical Epidemiology 58(11): 1180-1187.

Centre national de la recherche scientifique (2012). Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales. site Web: <http://www.cnrtl.fr/>.

Chang, C.-Y., B. Lange, M. Zhang, S. Koenig, P. Requejo, N. Somboon, A. Sawchuk and A. Rizzo (2012). Towards pervasive physical rehabilitation using Microsoft Kinect. Pervasive Computing Technologies for Healthcare (PervasiveHealth), 2012 6th International Conference on, IEEE.

Charette, S. L., L. McEvoy, G. Pyka, C. Snow-Harter, D. Guido, R. A. Wiswell and R. Marcus (1991). "Muscle hypertrophy response to resistance training in older women." Journal of Applied Physiology 70(5): 1912-1916.

Chen, Y.-M. and Y.-P. Li (2014). "Motivators for Physical Activity among Ambulatory Nursing Home Older Residents." The Scientific World Journal 2014.

Chodzko-Zajko, W. J., D. N. Proctor, M. A. Fiatarone Singh, C. T. Minson, C. R. Nigg, G. J. Salem and J. S. Skinner (2009). "American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults." Med Sci Sports Exerc 41(7): 1510-1530.

Clark, B. C. and T. M. Manini (2008). "Sarcopenia \neq dynapenia." J Gerontol A Biol Sci Med Sci 63(8): 829-834.

Collard, R. M., H. Boter, R. A. Schoevers and R. C. Oude Voshaar (2012). "Prevalence of Frailty in Community-Dwelling Older Persons: A Systematic Review." Journal of the American Geriatrics Society 60(8): 1487-1492.

Colley, R. C., D. Garriguet, I. Janssen, C. L. Craig, J. Clarke and M. S. Tremblay (2011). Physical activity of Canadian adults: accelerometer results from the 2007 to 2009 Canadian Health Measures Survey, Statistics Canada Ottawa.

Colon-Emeric, C. S., H. E. Whitson, J. Pavon and H. Hoenig (2013). "Functional decline in older adults." Am Fam Physician 88(6): 388-394.

Colón-Emeric, C. S., H. E. Whitson, J. Pavon and H. Hoenig (2013). "Functional decline in older adults." American family physician 88(6): 388.

Costello, E., M. Kafchinski, J. Vrazel and P. Sullivan (2011). "Motivators, Barriers, and Beliefs Regarding Physical Activity in an Older Adult Population." Journal of Geriatric Physical Therapy 34(3): 138-147.

Cress, M. E., S. Orini and L. Kinsler (2011). "Living environment and mobility of older adults." Gerontology 57(3): 287-294.

Cruz-Jentoft, A. J., J. P. Baeyens, J. M. Bauer, Y. Boirie, T. Cederholm, F. Landi, F. C. Martin, J. P. Michel, Y. Rolland, S. M. Schneider, E. Topinkova, M. Vandewoude, M. Zamboni and P. European Working Group on Sarcopenia in Older (2010). "Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People." Age Ageing 39(4): 412-423.

Cruz-Jentoft, A. J., F. Landi, S. M. Schneider, C. Zuniga, H. Arai, Y. Boirie, L. K. Chen, R. A. Fielding, F. C. Martin, J. P. Michel, C. Sieber, J. R. Stout, S. A. Studenski, B. Vellas, J. Woo, M. Zamboni and T. Cederholm (2014). "Prevalence of and interventions for sarcopenia in ageing adults: a systematic review. Report of the International Sarcopenia Initiative (EWGSOP and IWGS)." Age Ageing 43(6): 748-759.

Cuthbertson, D., K. Smith, J. Babraj, G. Leese, T. Waddell, P. Atherton, H. Wackerhage, P. M. Taylor and M. J. Rennie (2004). "Anabolic signaling deficits underlie amino acid resistance of wasting, aging muscle." The FASEB Journal.

Cyarto, E. V., W. J. Brown and A. L. Marshall (2006). "Retention, adherence and compliance: important considerations for home-and group-based resistance training programs for older adults." Journal of science and medicine in sport 9(5): 402-412.

Daly, J., A. P. Sindone, D. R. Thompson, K. Hancock, E. Chang and P. Davidson (2002). "Barriers to participation in and adherence to cardiac rehabilitation programs: a critical literature review." Progress in cardiovascular nursing 17(1): 8-17.

Damush, T. M. and J. G. Damush (1999). "The Effects of Strength Training on Strength and Health-Related Quality of Life in Older Adult Women." The Gerontologist 39(6): 705-710.

De Souto Barreto, P., L. Demougeot, B. Vellas and Y. Rolland (2015). "How much exercise are older adults living in nursing homes doing in daily life? A cross-sectional study." J Sports Sci 33(2): 116-124.

de Vos, N. J., N. A. Singh, D. A. Ross, T. M. Stavrinou, R. Orr and M. A. Fiatarone Singh (2005). "Optimal Load for Increasing Muscle Power During Explosive Resistance Training in Older Adults." The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences 60(5): 638-647.

Delmonico, M. J., T. B. Harris, M. Visser, S. W. Park, M. B. Conroy, P. Velasquez-Mieyer, R. Boudreau, T. M. Manini, M. Nevitt, A. B. Newman, B. H. Goodpaster, A. Health and Body (2009). "Longitudinal study of muscle strength, quality, and adipose tissue infiltration." Am J Clin Nutr 90(6): 1579-1585.

Directeur de la santé publique de Montréal. (2015). "Prévention des chutes chez les aînés vivant à domicile." Retrieved 18 novembre, 2015, from <http://www.dsp.santemontreal.qc.ca/>.

Dondzila, C. J., K. P. Gennuso, A. M. Swartz, S. Tarima, E. K. Lenz, S. S. Stein, R. J. Kohl and S. J. Strath (2015). "Dose-response walking activity and physical function in older adults." Journal of aging and physical activity 23(2): 194-199.

Dubuc, N., R. Hébert and M. Tousignant (2004). Du développement à l'implantation des profils ISO-SMAF : une mise à jour. Intégrer les services pour le maintien de l'autonomie des personnes. . Edisem, PRISMA.

Durstine, J. L., P. Painter, B. A. Franklin, D. Morgan, K. H. Pitetti and S. O. Roberts (2000). "Physical Activity for the Chronically Ill and Disabled." Sports Medicine 30(3): 207-219.

Ensrud, K. E., S. K. Ewing, P. M. Cawthon, H. A. Fink, B. C. Taylor, J. A. Cauley, T. T. Dam, L. M. Marshall, E. S. Orwoll and S. R. Cummings (2009). "A comparison of frailty indexes for the prediction of falls, disability, fractures, and mortality in older men." Journal of the American Geriatrics Society 57(3): 492-498.

Ensrud, K. E., S. K. Ewing, B. C. Taylor and et al. (2008). "COMparison of 2 frailty indexes for prediction of falls, disability, fractures, and death in older women." Archives of Internal Medicine 168(4): 382-389.

Ethgen, O., C. Beaudart, F. Buckinx, O. Bruyère and J. Y. Reginster (2017). "The Future Prevalence of Sarcopenia in Europe: A Claim for Public Health Action." Calcified Tissue International 100(3): 229-234.

Evans, W. J. and W. W. Campbell (1993). "Sarcopenia and age-related changes in body composition and functional capacity." The Journal of nutrition 123(2 Suppl): 465-468.

Fatouros, I. G., A. Kambas, I. Katrabasas, K. Nikolaidis, A. Chatzinikolaou, D. Leontsini and K. Taxildaris (2005). "Strength training and detraining effects on muscular strength, anaerobic power, and mobility of inactive older men are intensity dependent." British Journal of Sports Medicine 39(10): 776-780.

Fedarko, N. S. (2011). "The Biology of Aging and Frailty." Clinics in Geriatric Medicine 27(1): 27-37.

Ferri, A., G. Scaglioni, M. Pousson, P. Capodaglio, J. Van Hoecke and M. V. Narici (2003). "Strength and power changes of the human plantar flexors and knee extensors in response to resistance training in old age." Acta Physiologica Scandinavica 177(1): 69-78.

Ferrucci, L., J. M. Guralnik, S. Studenski, L. P. Fried, G. B. Cutler and J. D. Walston (2004). "Designing randomized, controlled trials aimed at preventing or delaying functional decline and disability in frail, older persons: a consensus report." Journal of the American Geriatrics Society 52(4): 625-634.

Fielding, R. A., N. K. LeBrasseur, A. Cuoco, J. Bean, K. Mizer and M. A. F. Singh (2002). "High-velocity resistance training increases skeletal muscle peak power in older women." Journal of the American Geriatrics Society 50(4): 655-662.

Fielding, R. A., B. Vellas, W. J. Evans, S. Bhasin, J. E. Morley, A. B. Newman, G. A. van Kan, S. Andrieu, J. Bauer and D. Breuille (2011). "Sarcopenia: an undiagnosed condition in older adults. Current consensus definition: prevalence, etiology, and consequences. International working group on sarcopenia." Journal of the American Medical Directors Association 12(4): 249-256.

Foldvari, M., M. Clark, L. C. Laviolette, M. A. Bernstein, D. Kaliton, C. Castaneda, C. T. Pu, J. M. Hausdorff, R. A. Fielding and M. A. F. Singh (2000). "Association of Muscle Power With Functional Status in Community-Dwelling Elderly Women." The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences 55(4): M192-M199.

Fried, L. P., L. Ferrucci, J. Darer, J. D. Williamson and G. Anderson (2004). "Untangling the Concepts of Disability, Frailty, and Comorbidity: Implications for Improved Targeting and Care." The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences 59(3): M255-M263.

Fried, L. P., C. M. Tangen, J. Walston, A. B. Newman, C. Hirsch, J. Gottdiener, T. Seeman, R. Tracy, W. J. Kop, G. Burke, M. A. McBurnie and G. Cardiovascular Health Study Collaborative Research (2001). "Frailty in older adults: evidence for a phenotype." J Gerontol A Biol Sci Med Sci 56(3): M146-156.

Frontera, W. R., V. A. Hughes, R. A. Fjelding, M. A. Fiatarone, W. J. Evans and R. Roubenoff (2000). "Aging of skeletal muscle: a 12-yr longitudinal study." Journal of Applied Physiology 88(4): 1321-1326.

Galna, B., D. Jackson, G. Schofield, R. McNaney, M. Webster, G. Barry, D. Mhiripiri, M. Balaam, P. Olivier and L. Rochester (2014). "Retraining function in people with Parkinson's disease using the Microsoft kinect: game design and pilot testing." Journal of neuroengineering and rehabilitation 11(1): 60.

Garriguet, D., S. Tremblay and R. C. Colley (2015). Comparaison des résultats tirés du Questionnaire sur les activités physiques destiné aux adultes avec des données d'accélérométrie. Rapports sur la santé. Ottawa, Statistique Canada. 26.

- Geraedts, H., A. Zijlstra, S. K. Bulstra, M. Stevens and W. Zijlstra (2013). "Effects of remote feedback in home-based physical activity interventions for older adults: A systematic review." Patient Education and Counseling 91(1): 14-24.
- Gerling, K., I. Livingston, L. Nacke and R. Mandryk (2012). Full-body motion-based game interaction for older adults. Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, ACM.
- Gervais, P., R. Hébert and M. Tousignant (2004). Profils d'autonomie fonctionnelle des personnes âgées vivant dans les résidences privées d'hébergement en Estrie, Centre de recherche sur le vieillissement de l'Institut universitaire de gériatrie de Sherbrooke.
- Glisky, E. L. (2007). Changes in Cognitive Function in Human Aging. Brain Aging: Models, Methods, and Mechanisms. D. R. Riddle. Boca Raton, CRC Press. Chapter 1.
- Gobbens, R. J. J., K. G. Luijkx, M. T. Wijnen-Sponselee and J. M. G. A. Schols (2010). "In Search of an Integral Conceptual Definition of Frailty: Opinions of Experts." Journal of the American Medical Directors Association 11(5): 338-343.
- Goodpaster, B. H., P. Chomentowski, B. K. Ward, A. Rossi, N. W. Glynn, M. J. Delmonico, S. B. Kritchevsky, M. Pahor and A. B. Newman (2008). "Effects of physical activity on strength and skeletal muscle fat infiltration in older adults: a randomized controlled trial." Journal of Applied Physiology 105(5): 1498-1503.
- Goodpaster, B. H., S. W. Park, T. B. Harris, S. B. Kritchevsky, M. Nevitt, A. V. Schwartz, E. M. Simonsick, F. A. Tylavsky, M. Visser and A. B. Newman (2006). "The Loss of Skeletal Muscle Strength, Mass, and Quality in Older Adults: The Health, Aging and Body Composition Study." The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences 61(10): 1059-1064.
- Gorman, E., H. M. Hanson, P. H. Yang, K. M. Khan, T. Liu-Ambrose and M. C. Ashe (2014). "Accelerometry analysis of physical activity and sedentary behavior in older adults: a systematic review and data analysis." European Review of Aging and Physical Activity 11(1): 35-49.
- Gouvernement du Québec (2013). Loi sur les services de santé et les services sociaux (chapitre S-4.2). Décret 100-2013.
- Greenberg, S. A. (2011). "Assessment of fear of falling in older adults: The falls efficacy scale-international (FES-I)." Disability and Rehabilitation 29(2): 155-162.
- Gronstedt, H., K. Frandin, A. Bergland, J. L. Helbostad, R. Granbo, L. Puggaard, M. Andresen and K. Hellstrom (2013). "Effects of individually tailored physical and daily activities in nursing home residents on activities of daily living, physical performance

and physical activity level: a randomized controlled trial." Gerontology 59(3): 220-229.

Guralnik, J. M., L. Ferrucci, C. F. Pieper, S. G. Leveille, K. S. Markides, G. V. Ostir, S. Studenski, L. F. Berkman and R. B. Wallace (2000). "Lower Extremity Function and Subsequent Disability: Consistency Across Studies, Predictive Models, and Value of Gait Speed Alone Compared With the Short Physical Performance Battery." The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences 55(4): M221-M231.

Guralnik, J. M., L. Ferrucci, E. M. Simonsick, M. E. Salive and R. B. Wallace (1995). "Lower-extremity function in persons over the age of 70 years as a predictor of subsequent disability." New England Journal of Medicine 332(9): 556-562.

Guralnik, J. M., E. M. Simonsick, L. Ferrucci, R. J. Glynn, L. F. Berkman, D. G. Blazer, P. A. Scherr and R. B. Wallace (1994). "A short physical performance battery assessing lower extremity function: association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission." Journal of gerontology 49(2): M85-M94.

Hairi, N. N., R. G. Cumming, V. Naganathan, D. J. Handelsman, D. G. Le Couteur, H. Creasey, L. M. Waite, M. J. Seibel and P. N. Sambrook (2010). "Loss of muscle strength, mass (sarcopenia), and quality (specific force) and its relationship with functional limitation and physical disability: the Concord Health and Ageing in Men Project." Journal of the American Geriatrics Society 58(11): 2055-2062.

Häkkinen, K., M. Kallinen, M. Izquierdo, K. Jokelainen, H. Lassila, E. Mälkiä, W. Kraemer, R. Newton and M. Alen (1998). "Changes in agonist-antagonist EMG, muscle CSA, and force during strength training in middle-aged and older people." Journal of Applied Physiology 84(4): 1341-1349.

Häkkinen, K., W. J. Kraemer, R. U. Newton and M. Alen (2001). "Changes in electromyographic activity, muscle fibre and force production characteristics during heavy resistance/power strength training in middle-aged and older men and women." Acta Physiologica Scandinavica 171(1): 51-62.

Häkkinen, K., A. Pakarinen, W. J. Kraemer, A. Häkkinen, H. Valkeinen and M. Alen (2001). "Selective muscle hypertrophy, changes in EMG and force, and serum hormones during strength training in older women." Journal of Applied Physiology 91(2): 569-580.

Hamilton, M., G. Healy, D. Dunstan, T. Zderic and N. Owen (2008). "Too little exercise and too much sitting: Inactivity physiology and the need for new recommendations on sedentary behavior." Current Cardiovascular Risk Reports 2(4): 292-298.

Hamilton, M. T., D. G. Hamilton and T. W. Zderic (2007). "Role of low energy expenditure and sitting in obesity, metabolic syndrome, type 2 diabetes, and cardiovascular disease." Diabetes 56(11): 2655-2667.

Hardy, S. E., J. A. Dubin, T. R. Holford and T. M. Gill (2005). "Transitions between states of disability and independence among older persons." Am J Epidemiol 161(6): 575-584.

Harris-Kojetin L, Sengupta M, Park-Lee E and V. R. (2013). Long-Term Care Services in the United States: 2013 Overview. National Center for Health Statistics. Vital Health Stat. 3.

Hart, T. L., A. M. Swartz, S. E. Cashin and S. J. Strath (2011). "How many days of monitoring predict physical activity and sedentary behaviour in older adults?" Int J Behav Nutr Phys Act 8: 62.

Hatch, J. and M. Lusardi (2010). "Impact of Participation in a Wellness Program on Functional Status and Falls Among Aging Adults in an Assisted Living Setting." Journal of Geriatric Physical Therapy 23(2): 71-77.

Hays, J. C. (2002). "Living arrangements and health status in later life: A review of recent literature." Public Health Nursing 19(2): 136-151.

Haywood, K. L., A. M. Garratt and R. Fitzpatrick (2005). "Quality of life in older people: A structured review of generic self-assessed health instruments." Quality of Life Research 14(7): 1651-1668.

Health Canada. (February 23, 2012). "Body Mass Index (BMI) Nomogram." from http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/nutrition/weights-poids/guide-ld-adult/bmi_chart_java-graph_imc_java-eng.php (accessed May 3, 2017).

Hébert, R., J. Guilbault, J. Desrosiers and N. Dubuc (2001). "The functional autonomy measurement system (SMAF): a clinical-based instrument for measuring disabilities and handicaps in older people." Geriatrics Today 4: 141-158.

Helbostad, J. L., O. Sletvold and R. Moe-Nilssen (2004). "Effects of home exercises and group training on functional abilities in home-dwelling older persons with mobility and balance problems. A randomized study." Aging Clinical and Experimental Research 16(2): 113-121.

Helmrich, S. P., D. R. Ragland, R. W. Leung and R. S. Paffenbarger Jr (1991). "Physical activity and reduced occurrence of non-insulin-dependent diabetes mellitus." New England journal of medicine 325(3): 147-152.

Henwood, T. R., S. Riek and D. R. Taaffe (2008). "Strength Versus Muscle Power-Specific Resistance Training in Community-Dwelling Older Adults." The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences 63(1): 83-91.

Hoover, M., M. Rotermann, C. Sanmartin and J. Bernier (2013). "Validation d'un indice pour estimer la prévalence de la fragilité chez les personnes âgées vivant dans la collectivité." Rapport sur la santé - Statistique Canada, no 82-003-X au catalogue 24.

Hruda, K. V., A. L. Hicks and N. McCartney (2003). "Training for Muscle Power in Older Adults: Effects on Functional Abilities." Canadian Journal of Applied Physiology 28(2): 178-189.

Hughes, V. A., W. R. Frontera, R. Roubenoff, W. J. Evans and M. A. F. Singh (2002). "Longitudinal changes in body composition in older men and women: role of body weight change and physical activity." The American journal of clinical nutrition 76(2): 473-481.

Hunter, G. R., J. P. McCarthy and M. M. Bamman (2004). "Effects of Resistance Training on Older Adults." Sports Medicine 34(5): 329-348.

Index Santé. "Les CHSLD publics, privés conventionnés et privés." Retrieved 18 mars, 2016, from <http://www.indexsante.ca/chroniques/296/chsld-publics-privés-conventionnés-et-privés.php> (consulté le 18 mars 2016).

Institut canadien d'information sur la santé (2011). Les soins de santé au Canada 2011 : regard sur les personnes âgées et le vieillissement.

Institut canadien d'information sur la santé (2013). Tendances des dépenses nationales de santé, 1975 à 2013. Ottawa.

Institut de la statistique du Québec (2001). Enquête sociale et de santé 1998. e. édition. Ste-Foy, Gouvernement du Québec.

Institut national de la santé et de la recherche médicale (2008). Activité physique : contextes et effets sur la santé.

Jamet, F. (2003). "De la Classification internationale du handicap (CIH) à la Classification internationale du fonctionnement de la santé et du handicap (CIF)." La Nouvelle revue de l'adaptation et de la scolarisation 22.

Janssen, I., R. N. Baumgartner, R. Ross, I. H. Rosenberg and R. Roubenoff (2004). "Skeletal muscle cutpoints associated with elevated physical disability risk in older men and women." Am J Epidemiol 159(4): 413-421.

- Kalinowski, S., I. Wulff, M. Kolzsch, K. Kopke, R. Kreutz and D. Drager (2012). "Physical activity in nursing homes--barriers and facilitators: a cross-sectional study." J Aging Phys Act 20(4): 421-441.
- Kato, P. M. (2010). "Video games in health care: Closing the gap." Review of General Psychology 14(2): 113.
- Katz, S. (1983). "Assessing Self-maintenance: Activities of Daily Living, Mobility, and Instrumental Activities of Daily Living." Journal of the American Geriatrics Society 31(12): 721-727.
- Kawakami, R., H. Murakami, K. Sanada, N. Tanaka, S. S. Sawada, I. Tabata, M. Higuchi and M. Miyachi (2015). "Calf circumference as a surrogate marker of muscle mass for diagnosing sarcopenia in Japanese men and women." Geriatrics & Gerontology International 15(8): 969-976.
- Kelaiditi, E., M. Cesari, M. Canevelli, G. Abellan van Kan, P.-J. Ousset, S. Gillette-Guyonnet, P. Ritz, F. Dubeau, M. E. Soto, V. Provencher, F. Nourhashemi, A. Salva, P. Robert, S. Andrieu, Y. Rolland, J. Touchon, J. L. Fitten and B. Vellas (2013). "Cognitive frailty: Rational and definition from an (I.A.N.A./I.A.G.G.) International Consensus Group." The journal of nutrition, health & aging 17(9): 726-734.
- Kempen, G. I., L. Yardley, J. C. Van Haastregt, G. R. Zijlstra, N. Beyer, K. Hauer and C. Todd (2008). "The Short FES-I: a shortened version of the falls efficacy scale-international to assess fear of falling." Age and ageing 37(1): 45-50.
- Kendzierski, D. and K. J. DeCarlo (1991). "Physical activity enjoyment scale: two validation studies." Journal of Sport & Exercise Psychology 13(1).
- Klass, M., S. Baudry and J. Duchateau (2008). "Age-related decline in rate of torque development is accompanied by lower maximal motor unit discharge frequency during fast contractions." Journal of Applied Physiology 104(3): 739-746.
- Kwon, S., S. Perera, M. Pahor, J. Katula, A. King, E. Groessl and S. Studenski (2009). "What is a meaningful change in physical performance? Findings from a clinical trial in older adults (the LIFE-P study)." JNHA-The Journal of Nutrition, Health and Aging 13(6): 538-544.
- Kyle, U. G., L. Genton, D. Hans, L. Karsegard, D. O. Slosman and C. Pichard (2001). "Age-related differences in fat-free mass, skeletal muscle, body cell mass and fat mass between 18 and 94 years." Eur J Clin Nutr 55(8): 663-672.

Kyrdalen, I. L., K. Moen, A. S. Roysland and J. L. Helbostad (2014). "The Otago Exercise Program performed as group training versus home training in fall-prone older people: a randomized controlled Trial." Physiother Res Int 19(2): 108-116.

Labrie, Y. (2015). L'autre système de santé – Quatre domaines où le secteur privé répond aux besoins des patients. Cahiers de recherche, Institut économique de Montréal.

Lamoth, C. J., R. Alingh and S. R. Caljouw (2012). "Exergaming for elderly: Effects of different types of game feedback on performance of a balance task." Stud Health Technol Inform 181: 103-107.

Lange, B., C.-Y. Chang, E. Suma, B. Newman, A. S. Rizzo and M. Bolas (2011). Development and evaluation of low cost game-based balance rehabilitation tool using the Microsoft Kinect sensor. Engineering in Medicine and Biology Society, EMBC, 2011 Annual International Conference of the IEEE, IEEE.

Larrieu, S., K. Peres, L. Letenneur, C. Berr, J. Dartigues, K. Ritchie, B. Fevrier, A. Alperovitch and P. Barberger-Gateau (2004). "Relationship between body mass index and different domains of disability in older persons: the 3C study." International journal of obesity 28(12): 1555-1560.

LaStayo, P. C., G. A. Ewy, D. D. Pierotti, R. K. Johns and S. Lindstedt (2003). "The Positive Effects of Negative Work: Increased Muscle Strength and Decreased Fall Risk in a Frail Elderly Population." The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences 58(5): M419-M424.

Lauzé, M., D. Martel, A. Agnoux, M.-J. Sirois, M. Émond, R. Daoust and M. Aubertin-Leheudre (2017). "Feasibility, acceptability and effects of a home-based exercise program using a gerontechnology on physical capacities after a minor injury in community-living older adults " The journal of nutrition, health & aging (under press).

Lauzé, M., D. D. Martel, A. Agnoux, M.-J. Sirois, M. Émond, R. Daoust and M. Aubertin-Leheudre (2017). "Feasibility, acceptability and effects of a home-based exercise program using a gerontechnology on physical capacities after a minor injury in community-living older adults: A pilot study." The journal of nutrition, health & aging (under press).

Lauze, M., D. D. Martel and M. Aubertin-Leheudre (2017). "Feasibility and Effects of a Physical Activity Program Using Gerontechnology in Assisted Living Communities for Older Adults." J Am Med Dir Assoc.

Lazowski, D.-A., N. A. Ecclestone, A. M. Myers, D. H. Paterson, C. Tudor-Locke, C. Fitzgerald, G. Jones, N. Shima and D. A. Cunningham (1999). "A randomized outcome

evaluation of group exercise programs in long-term care institutions." The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences 54(12): M621-M628.

Lees, F. D., P. G. Clark, C. R. Nigg and P. Newman (2005). "Barriers to exercise behavior among older adults: a focus-group study." Journal of aging and physical activity 13(1): 23-33.

Lefrançois, R., M. Dubé, S. Hamel and G. Leclerc (2003). "Tendance actualisante et qualité de vie des aînés: une étude longitudinale multicohortes." Interactions 7(2).

Lepège, A., E. Ecosse, A. Verdier and T. V. Perneger (1998). "The French SF-36 Health Survey: translation, cultural adaptation and preliminary psychometric evaluation." J Clin Epidemiol 51(11): 1013-1023.

Leveille, S. G., E. H. Wagner, C. Davis, L. Grothaus, J. Wallace, M. LoGerfo and D. Kent (1998). "Preventing disability and managing chronic illness in frail older adults: A randomized trial of a community-based partnership with primary care." Journal of the American Geriatrics Society 46(10): 1191-1198.

Littbrand, H., L. Lundin-Olsson, Y. Gustafson and E. Rosendahl (2009). "The Effect of a High-Intensity Functional Exercise Program on Activities of Daily Living: A Randomized Controlled Trial in Residential Care Facilities." Journal of the American Geriatrics Society 57(10): 1741-1749.

Liu, C. J. and N. K. Latham (2009). "Progressive resistance strength training for improving physical function in older adults." Cochrane Database Syst Rev(3): CD002759.

Liu-Ambrose, T., M. G. Donaldson, Y. Ahamed, P. Graf, W. L. Cook, J. Close, S. R. Lord and K. M. Khan (2008). "Otago home-based strength and balance retraining improves executive functioning in older fallers: a randomized controlled trial." J Am Geriatr Soc 56(10): 1821-1830.

Lohman, T. G., A. F. Roche and R. Martorell (1988). Anthropometric standardization reference manual, Human Kinetics Books.

Lord, S. R., S. Castell, J. Corcoran, J. Dayhew, B. Matters, A. Shan and P. Williams (2003). "The Effect of Group Exercise on Physical Functioning and Falls in Frail Older People Living in Retirement Villages: A Randomized, Controlled Trial." Journal of the American Geriatrics Society 51(12): 1685-1692.

Lowensteyn, I., L. Coupal, H. Zowall and S. A. Grover (2000). "The Cost-Effectiveness of Exercise Training for the Primary and Secondary Prevention of

Cardiovascular Disease." Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention 20(3): 147-155.

MacRae, P. G., J. F. Schnelle, S. F. Simmons and J. G. Ouslander (1996). "Physical activity levels of ambulatory nursing home residents." Journal of Aging and Physical Activity 4: 264-278.

Maillot, P., A. Perrot and A. Hartley (2012). "Effects of interactive physical-activity video-game training on physical and cognitive function in older adults." Psychology and aging 27(3): 589.

Manini, T. M. and B. C. Clark (2012). "Dynapenia and aging: an update." J Gerontol A Biol Sci Med Sci 67(1): 28-40.

Mankowski, R. T., M. Aubertin-Leheudre, D. P. Beavers, A. Botosaneanu, T. W. Buford, T. Church, N. W. Glynn, A. C. King, C. Liu, T. M. Manini, A. P. Marsh, M. McDermott, J. R. Nocera, M. Pahor, E. S. Strotmeyer and S. D. Anton (2015). "Sedentary time is associated with the metabolic syndrome in older adults with mobility limitations — The LIFE Study." Experimental Gerontology 70: 32-36.

Marchionni, N., F. Fattiroli, S. Fumagalli, N. Oldridge, F. Del Lungo, L. Morosi, C. Burgisser and G. Masotti (2003). "Improved exercise tolerance and quality of life with cardiac rehabilitation of older patients after myocardial infarction results of a randomized, controlled trial." Circulation 107(17): 2201-2206.

Marsh, A. P., M. E. Miller, W. J. Rejeski, S. L. Hutton and S. B. Kritchevsky (2009). "Lower Extremity Muscle Function After Strength or Power Training in Older Adults." Journal of aging and physical activity 17(4): 416-443.

Martin, J. B., K. M. Krč, E. A. Mitchell, J. J. Eng and J. W. Noble (2012). "Pedometer accuracy in slow walking older adults." International journal of therapy and rehabilitation 19(7): 387-393.

McAvay, G. J., T. E. Seeman and J. Rodin (1996). "A Longitudinal Study of Change in Domain-Specific Self-Efficacy among Older Adults." The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences 51B(5): P243-P253.

Mcdermott, A. Y. and H. Mernitz (2006). "Exercise and older patients: prescribing guidelines." American family physician 74(3).

McEwen, B. S. (1998). "Protective and damaging effects of stress mediators." N Engl J Med 338(3): 171-179.

Messier, V., R. Rabasa-Lhoret, S. Barbat-Artigas, B. Elisha, A. D. Karelis and M. Aubertin-Leheudre (2011). "Menopause and sarcopenia: A potential role for sex hormones." Maturitas 68(4): 331-336.

Ministère de la Santé et des services sociaux du Québec (2004). *Lexique*, Gouvernement du Québec.

Ministère de la Santé et des services sociaux du Québec (2014). *Cadre de référence: Les ressources intermédiaires et les ressources de type familial*, Gouvernement du Québec.

Morley, J. E. (2003). "Hormones and the Aging Process." Journal of the American Geriatrics Society 51(7s): S333-S337.

Morris, J. N., M. Fiatarone, D. K. Kiely, P. Belleville-Taylor, K. Murphy, S. Littlehale, W. L. Ooi, E. O'Neill and N. Doyle (1999). "Nursing Rehabilitation and Exercise Strategies in the Nursing Home." The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences 54(10): M494-M500.

Mullen, S. P., E. A. Olson, S. M. Phillips, A. N. Szabo, T. R. Wójcicki, E. L. Mailey, N. P. Gothe, J. T. Fanning, A. F. Kramer and E. McAuley (2011). "Measuring enjoyment of physical activity in older adults: invariance of the physical activity enjoyment scale (paces) across groups and time." International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity 8(1): 1-9.

Nagi, S. Z. (1991). "Disability concepts revisited: implications for prevention." Disability in America: Toward a national agenda for prevention: 309-327.

Narici, M. V. and C. N. Maganaris (2006). "Adaptability of elderly human muscles and tendons to increased loading." Journal of Anatomy 208(4): 433-443.

Narici, M. V., C. N. Maganaris, N. D. Reeves and P. Capodaglio (2003). "Effect of aging on human muscle architecture." J Appl Physiol (1985) 95(6): 2229-2234.

Nasreddine, Z. S., N. A. Phillips, V. Bédirian, S. Charbonneau, V. Whitehead, I. Collin, J. L. Cummings and H. Chertkow (2005). "The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: A Brief Screening Tool For Mild Cognitive Impairment." Journal of the American Geriatrics Society 53(4): 695-699.

Nelson, M. E., J. E. Layne, M. J. Bernstein, A. Nuernberger, C. Castaneda, D. Kaliton, J. Hausdorff, J. O. Judge, D. M. Buchner, R. Roubenoff and M. A. Fiatarone Singh (2004). "The Effects of Multidimensional Home-Based Exercise on Functional Performance in Elderly People." The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences 59(2): M154-M160.

Nelson, M. E., W. J. Rejeski, S. N. Blair, P. W. Duncan, J. O. Judge, A. C. King, C. A. Macera and C. Castaneda-Sceppa (2007). "Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association." Med Sci Sports Exerc 39(8): 1435-1445.

Nitz, J., S. Kuys, R. Isles and S. Fu (2010). "Is the Wii Fit™ a new-generation tool for improving balance, health and well-being? A pilot study." Climacteric 13(5): 487-491.

Nolin, B., D. Prud'homme, G. Godin and D. Hamel (2002). Enquête québécoise sur l'activité physique et la santé 1998. Québec, Institut national de santé publique du Québec, Institut de la statistique du Québec et Kino-Québec.

Ohayon, M. M., M. A. Carskadon, C. Guilleminault and M. V. Vitiello (2004). "Meta-analysis of quantitative sleep parameters from childhood to old age in healthy individuals: developing normative sleep values across the human lifespan." SLEEP-NEW YORK THEN WESTCHESTER- 27: 1255-1274.

Organisation mondiale de la Santé (1946). Actes officiels de l'Organisation mondiale de la Santé. 2. New York, adopté par la Conférence internationale sur la Santé, 19-22 juin 1946.

Organisation mondiale de la santé (1999). Vieillesse: Transcender les mythes. Programme Vieillesse et Santé.

Organisation mondiale de la santé (2000). Information Needs for Research, Policy and Action on Ageing and Older Adults. MDS Workshop Report. Harare, Zimbabwe.

Organisation mondiale de la santé (2010). Recommandations mondiales sur l'activité physique pour la santé. Suisse, Éditions de l'OMS.

Oswald, F. and G. D. Rowles (2006). "Beyond the Relocation Trauma in Old Age: New Trends in Elders' Residential Decisions." New dynamics in old age: Environmental and societal perspectives: 127-152.

Pageau, M., R. Choinière, M. Ferland and Y. Sauvageau (2001). Le portrait de santé: Le Québec et ses régions. Québec, Institut national de santé publique du Québec.

Pahor, M., J. M. Guralnik, W. T. Ambrosius and et al. (2014). "Effect of structured physical activity on prevention of major mobility disability in older adults: The life study randomized clinical trial." JAMA 311(23): 2387-2396.

Pate, R. R., J. R. O'Neill and F. Lobelo (2008). "The Evolving Definition of "Sedentary"." Exercise and Sport Sciences Reviews 36(4): 173-178.

Paterson, D. and D. Warburton (2010). "Physical activity and functional limitations in older adults: a systematic review related to Canada's Physical Activity Guidelines." International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity 7(1): 38.

Paterson, D. H. and D. E. Warburton (2010). "Physical activity and functional limitations in older adults: a systematic review related to Canada's Physical Activity Guidelines." Int J Behav Nutr Phys Act 7.

Paw, M. J. M. C. A., J. Z. van Uffelen, I. Riphagen and W. Mechelen (2008). "The Functional Effects of Physical Exercise Training in Frail Older People." Sports Medicine 38(9): 781-793.

Payne, A. M. and O. Delbono (2004). "Neurogenesis of Excitation-Contraction Uncoupling in Aging Skeletal Muscle." Exercise and Sport Sciences Reviews 32(1): 36-40.

Peek, S. T. M., E. J. M. Wouters, J. van Hoof, K. G. Luijkx, H. R. Boeije and H. J. M. Vrijhoef (2014). "Factors influencing acceptance of technology for aging in place: A systematic review." International Journal of Medical Informatics 83(4): 235-248.

Pelletier, L. (1992). "Viellir en institution ou à domicile ? Les facteurs associés à l'hébergement des personnes âgées." Espace, populations, sociétés. Le vieillissement de la population en France et au Québec - Population ageing in France and in Quebec 1: 71-86.

Penninx, B. W., J. M. Guralnik, L. Ferrucci, E. M. Simonsick, D. J. Deeg and R. B. Wallace (1998). "Depressive symptoms and physical decline in community-dwelling older persons." Jama 279(21): 1720-1726.

Perera, S., S. H. Mody, R. C. Woodman and S. A. Studenski (2006). "Meaningful change and responsiveness in common physical performance measures in older adults." Journal of the American Geriatrics Society 54(5): 743-749.

Peterson, M. D., M. R. Rhea, A. Sen and P. M. Gordon (2010). "Resistance exercise for muscular strength in older adults: A meta-analysis." Ageing Research Reviews 9(3): 226-237.

Picorelli, A. M. A., L. S. M. Pereira, D. S. Pereira, D. Felício and C. Sherrington (2014). "Adherence to exercise programs for older people is influenced by program characteristics and personal factors: a systematic review." Journal of physiotherapy 60(3): 151-156.

Pirovano, M., R. Mainetti, G. Baud-Bovy, P. L. Lanzi and N. A. Borghese (2012). Self-adaptive games for rehabilitation at home. Computational Intelligence and Games (CIG), 2012 IEEE Conference on, IEEE.

Podsiadlo, D. and S. Richardson (1991). "The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons." Journal of the American Geriatrics Society 39(2): 142-148.

Puts, M. T. E., P. Lips and D. J. H. Deeg (2005). "Static and dynamic measures of frailty predicted decline in performance-based and self-reported physical functioning." Journal of Clinical Epidemiology 58(11): 1188-1198.

Raymond, É., D. Gagné, A. Sévigny and A. Tourigny (2008). La participation sociale des aînés dans une perspective de vieillissement en santé. Réflexion critique appuyée sur une analyse documentaire, Direction de santé publique de l'Agence de la santé et des services sociaux de la Capitale-Nationale, Institut national de santé publique du Québec, Centre d'excellence sur le vieillissement de Québec et Institut sur le vieillissement et la participation sociale des aînés de l'Université Laval.

Rejeski, W. and L. Brawley (2006). "Functional health: innovations in research on physical activity with older adults." Medicine and science in sports and exercise 38(1): 93.

Rejeski, W. J. and S. L. Mihalko (2001). "Physical Activity and Quality of Life in Older Adults." The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences 56(suppl 2): 23-35.

Rikli, R. E. and C. J. Jones (1999). "Development and Validation of a Functional Fitness Test for Community-Residing Older Adults." Journal of Aging and Physical Activity 7(2): 129-161.

Robitaille, Y., S. Laforest, M. Fournier, L. Gauvin, M. Parisien, H. Corriveau, F. Trickey and N. Damestoy (2005). "Moving Forward in Fall Prevention: An Intervention to Improve Balance Among Older Adults in Real-World Settings." American Journal of Public Health 95(11): 2049-2056.

Rolland, Y., A. Benetos, A. Gentric, J. Ankri, F. Blanchard, M. Bonnefoy, L. de Decker, M. Ferry, R. Gonthier and O. Hanon (2011). "La fragilité de la personne âgée: un consensus bref de la Société française de gériatrie et gérontologie." Gériatrie et Psychologie Neuropsychiatrie du Vieillissement 9(4): 387-390.

Rolland, Y., V. Lauwers-Cances, M. Cournot, F. Nourhashemi, W. Reynish, D. Riviere, B. Vellas and H. Grandjean (2003). "Sarcopenia, calf circumference, and

- physical function of elderly women: a cross-sectional study." J Am Geriatr Soc 51(8): 1120-1124.
- Rosenberg, D., C. A. Depp, I. V. Vahia, J. Reichstadt, B. W. Palmer, J. Kerr, G. Norman and D. V. Jeste (2010). "Exergames for Subsyndromal Depression in Older Adults: A Pilot Study of a Novel Intervention." The American Journal of Geriatric Psychiatry 18(3): 221-226.
- Rosenberg, I. H. (1989). "Summary comments." The American journal of clinical nutrition 50(5): 1231-1233.
- Rossetti, H. C., L. H. Lacritz, C. M. Cullum and M. F. Weiner (2011). "Normative data for the Montreal Cognitive Assessment (MoCA) in a population-based sample." Neurology 77(13): 1272-1275.
- Rowe, J. W. and R. L. Kahn (1987). "Human aging: usual and successful." Science 237(4811): 143-149.
- Rowe, J. W. and R. L. Kahn (1997). "Successful Aging." The Gerontologist 37(4): 433-440.
- Santé Canada (2003). Lignes directrices canadiennes pour la classification du poids chez les adultes. M. d. T. p. e. S. g. d. Canada.
- Saposnik, G., R. Teasell, M. Mamdani, J. Hall, W. McIlroy, D. Cheung, K. E. Thorpe, L. G. Cohen, M. Bayley and f. t. S. O. R. C. W. Group (2010). "Effectiveness of Virtual Reality Using Wii Gaming Technology in Stroke Rehabilitation: A Pilot Randomized Clinical Trial and Proof of Principle." Stroke 41(7): 1477-1484.
- Schlicht, J., D. N. Camaione and S. V. Owen (2001). "Effect of Intense Strength Training on Standing Balance, Walking Speed, and Sit-to-Stand Performance in Older Adults." The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences 56(5): M281-M286.
- Schneider, P. L., S. E. Crouter and D. R. Bassett (2004). "Pedometer measures of free-living physical activity: comparison of 13 models." Medicine and science in sports and exercise 36(2): 331-335.
- Schutzer, K. A. and B. S. Graves (2004). "Barriers and motivations to exercise in older adults." Preventive Medicine 39(5): 1056-1061.
- Seguin, R., D. M. Buchner, J. Liu, M. Allison, T. Manini, C.-Y. Wang, J. E. Manson, C. R. Messina, M. J. Patel and L. Moreland (2014). "Sedentary behavior and mortality

in older women: the Women's Health Initiative." American journal of preventive medicine 46(2): 122-135.

Serafim, T. H., A. C. Tognato, P. M. Nakamura, M. R. Queiroga, F. Y. Nakamura, G. Pereira and E. Kokubun (2014). "Development of the color scale of perceived exertion: preliminary validation." Perceptual & Motor Skills 119(3): 884-900.

Short, K. R., M. L. Bigelow, J. Kahl, R. Singh, J. Coenen-Schimke, S. Raghavakimal and K. S. Nair (2005). "Decline in skeletal muscle mitochondrial function with aging in humans." Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 102(15): 5618-5623.

Shumway-Cook, A., S. Brauer and M. Woollacott (2000). "Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the Timed Up & Go Test." Phys Ther 80(9): 896-903.

Sirois, M.-J., M. Émond, M.-C. Ouellet, J. Perry, R. Daoust, J. Morin, C. Dionne, S. Camden, L. Moore and N. Allain-Boulé (2013). "Cumulative Incidence of Functional Decline After Minor Injuries in Previously Independent Older Canadian Individuals in the Emergency Department." Journal of the American Geriatrics Society 61(10): 1661-1668.

Skjæret, N., A. Nawaz, T. Morat, D. Schoene, J. L. Helbostad and B. Vereijken (2016). "Exercise and rehabilitation delivered through exergames in older adults: An integrative review of technologies, safety and efficacy." International Journal of Medical Informatics 85(1): 1-16.

Skjæret, N., A. Nawaz et al., T. Morat, D. Schoene, J. L. Helbostad and B. Vereijken (2016). "Exercise and rehabilitation delivered through exergames in older adults: An integrative review of technologies, safety and efficacy." International Journal of Medical Informatics 85(1): 1-16.

Société canadienne d'hypothèques et de logement (A) (2015). Rapport sur les résidences pour personnes âgées - Faits saillants - Canada. Le marché de l'habitation.

Société canadienne d'hypothèques et de logement (B) (2015). Rapport sur les résidences pour personnes âgées - Québec. Le marché de l'habitation.

Société canadienne de physiologie de l'exercice (2012). Directives canadiennes en matière d'activité physique et en matière de comportement sédentaire.

Soulières, M. and G. Ouellette (2012). L'hébergement pour les personnes en perte d'autonomie au Québec - Des enjeux et des parcours difficiles pour les personnes

concernées, Regroupement provincial des comités des usagers du réseau de la santé et des services sociaux,.

Spiriduso, W. W. (2005). Physical dimensions of aging. Champaign, Champaign : Human Kinetics.

Statistics Canada. (May 24, 2012). "Table 102-0122 Health-adjusted life expectancy, at birth and at age 65, by sex and income, Canada and provinces." CANSIM (database), from <http://www5.statcan.gc.ca/cansim/a26?lang=eng&id=1020122&p2=46>. Accessed January 31, 2017.

Statistics Canada. (2012). "Living arrangements of seniors - Families, households and marital status Structural type of dwelling and collectives, 2011 Census of Population." from http://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2011/as-sa/98-312-x/98-312-x2011003_4-eng.pdf. Accessed January 31, 2017.

Statistique Canada (2009). Enquête sur la participation et les limitations d'activités, 2006. Ottawa, Gouvernement du Canada.

Statistique Canada (2010). Gens en santé, milieux sains. Santé perçue. Ottawa.

Statistique Canada (2010). Projections démographiques pour le Canada, les provinces et les territoires 2009 à 2036. No 91-520-X au catalogue.

Statistique Canada (2011). La situation des personnes âgées dans les ménages - Familles, ménages et état matrimonial: Type de construction résidentielle et logements collectifs. Recensement de la population de 2011. Ottawa, Gouvernement du Canada.

Statistique Canada (2012). Enquête sur la santé dans les collectivités canadiennes - Vieillesse en santé 2008-2009. Ottawa, Gouvernement du Canada.

Statistique Canada (2012). Espérance de vie à la naissance, selon le sexe, par province. CANSIM. Ottawa.

Statistique Canada (2012). Espérance de vie en fonction de la santé, selon le sexe. CANSIM. Ottawa.

Statistique Canada (2014). Estimations démographiques annuelles : Canada, provinces et territoires 2014. Ottawa.

Statistique Canada (2015). Activité physique directement mesurée chez les adultes, 2012 et 2013. No 82-625-X2015001 au catalogue.

Statistique Canada (2015). Profil d'indicateurs de la santé, estimations annuelles, selon le groupe d'âge et le sexe, Canada, provinces, territoires, régions sociosanitaires (limites de 2013) et groupes de régions homologues. T. 105-0501.

Stel, V. S., J. H. Smit, S. M. Pluijm and P. Lips (2004). "Consequences of falling in older men and women and risk factors for health service use and functional decline." Age and ageing 33(1): 58-65.

Strycker, L. A., S. C. Duncan, N. R. Chaumeton, T. E. Duncan and D. J. Toobert (2007). "Reliability of pedometer data in samples of youth and older women." International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity 4(1): 4.

Stuck, A. E., J. M. Walthert, T. Nikolaus, C. J. Büla, C. Hohmann and J. C. Beck (1999). "Risk factors for functional status decline in community-living elderly people: a systematic literature review." Social Science & Medicine 48(4): 445-469.

Sun, T.-L., C. Huang, C. Pei and T. Hung (2014). "Comparison of Somatosensory Gaming (SG)-based rehabilitation exercise programs at elderly nursing homes." Gerontechnology 13(2): 284.

Suzuki, T., J. F. Bean and R. A. Fielding (2001). "Muscle power of the ankle flexors predicts functional performance in community-dwelling older women." J Am Geriatr Soc 49(9): 1161-1167.

Takai, Y., M. Ohta, R. Akagi, H. Kanehisa, Y. Kawakami and T. Fukunaga (2009). "Sit-to-stand test to evaluate knee extensor muscle size and strength in the elderly: a novel approach." Journal of physiological anthropology 28(3): 123-128.

Thomas, S., S. Mackintosh and J. Halbert (2010). "Does the 'Otago exercise programme' reduce mortality and falls in older adults?: a systematic review and meta-analysis." Age and Ageing 39(6): 681-687.

Thune, I. and A.-S. Furberg (2001). "Physical activity and cancer risk: dose-response and cancer, all sites and site-specific." Medicine and science in sports and exercise 33(6 Suppl): S530-550; discussion S609-510.

Tinetti, M. E. and C. S. Williams (1998). "The Effect of Falls and Fall Injuries on Functioning in Community-Dwelling Older Persons." The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences 53A(2): M112-M119.

Topolski, T. D., J. LoGerfo, D. L. Patrick, B. Williams, J. Walwick and M. A. J. M. B. Patrick (2006). "The Rapid Assessment of Physical Activity (RAPA) Among Older Adults." Preventing Chronic Disease 3(4): A118.

Topolski, T. D., J. LoGerfo, D. L. Patrick, B. Williams, J. Walwick and M. M. B. Patrick (2006). "Peer reviewed: the Rapid Assessment of Physical Activity (RAPA) among older adults." Preventing chronic disease 3(4).

Tremblay, M. S., D. E. Warburton, I. Janssen, D. H. Paterson, A. E. Latimer, R. E. Rhodes, M. E. Kho, A. Hicks, A. G. LeBlanc and L. Zehr (2011). "New Canadian physical activity guidelines." Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism 36(1): 36-46.

Trivalle, C. (2000). "Le syndrome de fragilité en gériatrie." Médecine et hygiène: 2312-2318.

Troiano, R. P., D. Berrigan, K. W. Dodd, L. C. Masse, T. Tilert and M. McDowell (2008). "Physical activity in the United States measured by accelerometer." Medicine and science in sports and exercise 40(1): 181.

Trost, S. G., K. L. McIver and R. R. Pate (2005). "Conducting accelerometer-based activity assessments in field-based research." Medicine and science in sports and exercise 37(11): S531.

Trost, S. G., N. Owen, A. E. Bauman, J. F. Sallis and W. Brown (2002). "Correlates of adults' participation in physical activity: review and update." Medicine and science in sports and exercise 34(12): 1996-2001.

Turcotte, M. and G. Schellenberg (2006). *Un portrait des aînés au Canada*. Ottawa, Statistique Canada.

Unger, J. B., G. McAvay, M. L. Bruce, L. Berkman and T. Seeman (1999). "Variation in the Impact of Social Network Characteristics on Physical Functioning in Elderly Persons: MacArthur Studies of Successful Aging." The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences 54B(5): S245-S251.

Valiani, V., M. Lauzé, D. Martel, M. Pahor, T. M. Manini, S. Anton and M. Aubertin-Leheudre (2016). "A new adaptive home-based exercise technology among older adults living in nursing home: A pilot study on feasibility, acceptability and physical performance." The journal of nutrition, health & aging: 1-6.

Van Diest, M., C. J. Lamothe, J. Stegenga, G. J. Verkerke and K. Postema (2013). "Exergaming for balance training of elderly: state of the art and future developments." J Neuroeng Rehabil 10(101): 0003-0010.

Van Norman, K. (2010). Exercise and Wellness for Older Adults-: Practical Programming Strategies, Human Kinetics.

Van Remoortel, H., S. Giavedoni, Y. Raste, C. Burtin, Z. Louvaris, E. Gimeno-Santos, D. Langer, A. Glendenning, N. S. Hopkinson, I. Vogiatzis, B. T. Peterson, F. Wilson, B. Mann, R. Rabinovich, M. A. Puhon and T. Troosters (2012). "Validity of activity monitors in health and chronic disease: a systematic review." The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity 9: 84-84.

Vasunilashorn, S., A. K. Coppin, K. V. Patel, F. Lauretani, L. Ferrucci, S. Bandinelli and J. M. Guralnik (2009). "Use of the Short Physical Performance Battery Score to predict loss of ability to walk 400 meters: analysis from the InCHIANTI study." The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences: gln022.

Vasunilashorn, S., A. K. Coppin, K. V. Patel, F. Lauretani, L. Ferrucci, S. Bandinelli and J. M. Guralnik (2009). "Use of the Short Physical Performance Battery Score to Predict Loss of Ability to Walk 400 Meters: Analysis From the InCHIANTI Study." The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences.

Vellas, B. J., S. J. Wayne, L. Romero, R. N. Baumgartner, L. Z. Rubenstein and P. J. Garry (1997). "One-Leg Balance Is an Important Predictor of Injurious Falls in Older Persons." Journal of the American Geriatrics Society 45(6): 735-738.

Verbrugge, L. M. and A. M. Jette (1994). "The disablement process." Social science & medicine 38(1): 1-14.

Vérificateur général du Québec (2012). Personnes âgées en perte d'autonomie - Services d'hébergement. Rapport du Vérificateur général du Québec à l'Assemblée nationale pour l'année 2012-2013.

Visser, M., B. H. Goodpaster, S. B. Kritchevsky, A. B. Newman, M. Nevitt, S. M. Rubin, E. M. Simonsick, T. B. Harris and f. t. H. A. Study (2005). "Muscle Mass, Muscle Strength, and Muscle Fat Infiltration as Predictors of Incident Mobility Limitations in Well-Functioning Older Persons." The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences 60(3): 324-333.

Waldron-Perrine, B. and B. N. Axelrod (2012). "Determining an appropriate cutting score for indication of impairment on the Montreal Cognitive Assessment." Int J Geriatr Psychiatry 27(11): 1189-1194.

Walston, J. (2004). "Frailty--the search for underlying causes." Science's SAGE KE 2004(4): 4.

Walston, J. D. (2012). "Sarcopenia in older adults." Current opinion in rheumatology 24(6): 623-627.

- Warburton, D. E. R., C. W. Nicol and S. S. D. Bredin (2006). "Health benefits of physical activity: the evidence." CMAJ : Canadian Medical Association Journal 174(6): 801-809.
- Ware Jr, J. E. and C. D. Sherbourne (1992). "The MOS 36-item short-form health survey (SF-36): I. Conceptual framework and item selection." Medical care: 473-483.
- Weisman, S. (1983). "Computer Games for the Frail Elderly." The Gerontologist 23(4): 361-363.
- Welk, G. (2002). Physical activity assessments for health-related research, Human Kinetics.
- Westertep, K. R. (2001). "Pattern and intensity of physical activity." Nature 410(6828): 539-539.
- Wilcox, S., A. C. King, G. S. Brassington and D. K. Ahn (1999). "Physical activity preferences of middle-aged and older adults: a community analysis." Journal of Aging and Physical Activity 7(4): 386-399.
- Wójcicki, T. R., J. Fanning, E. A. Awick, E. A. Olson, R. W. Motl and E. McAuley (2015). "Maintenance Effects of a DVD-Delivered Exercise Intervention on Physical Function in Older Adults." The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences 70(6): 785-789.
- World Health Organization. (2008a). "STEPwise approach to surveillance (STEPS)." from http://www.who.int/chp/steps/Part3_Section3.pdf?ua=1 (accessed on February 8th, 2016).
- World Health Organization. (2008b). "Waist Circumference and Waist-Hip Ratio: Report of a WHO Expert Consultation." from http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44583/1/9789241501491_eng.pdf?ua=1 (accessed on February 9th, 2016).
- Yang, C.-C. and Y.-L. Hsu (2010). "A Review of Accelerometry-Based Wearable Motion Detectors for Physical Activity Monitoring." Sensors (Basel, Switzerland) 10(8): 7772-7788.
- Yardley, L., N. Beyer, K. Hauer, G. Kempen, C. Piot-Ziegler and C. Todd (2005). "Development and initial validation of the Falls Efficacy Scale-International (FES-I)." Age and ageing 34(6): 614-619.
- Yates, B. (2012). Merriman's assessment of the lower limb, Elsevier Health Sciences.

Ziere, G., J. P. Dieleman, A. Hofman, H. A. P. Pols, T. J. M. Van Der Cammen and B. H. C. Stricker (2006). "Polypharmacy and falls in the middle age and elderly population." British Journal of Clinical Pharmacology 61(2): 218-223.