

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

COMPARAISON DES EFFETS D'UN PROGRAMME D'ACTIVITÉ
PHYSIQUE À DOMICILE À L'AIDE D'UNE GÉRONTECHNOLOGIE À UNE
INTERVENTION DE GROUPE SUPERVISÉE DANS UN CENTRE
COMMUNAUTAIRE SUR LES CAPACITÉS FONCTIONNELLES DES
PERSONNES ÂGÉES APRÈS UNE BLESSURE MINEURE

MÉMOIRE
PRÉSENTÉ
COMME EXIGENCE PARTIELLE
DE LA MAÎTRISE EN KINANTHROPOLOGIE

PAR
DOMINIC MARTEL

NOVEMBRE 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.»

REMERCIEMENTS

Je tiens à commencer mon mémoire en prenant le temps de remercier les personnes qui ont rendu l'accomplissement de ce travail possible. Premièrement, j'aimerais remercier ma superviseure de maîtrise Mylène Aubertin-Leheudre de m'avoir donné l'opportunité de travailler sur ce beau projet. De plus, grâce à son travail constant, j'ai eu la chance de faire connaître ce projet à l'international par le biais de plusieurs congrès internationaux dans le domaine du vieillissement. Ce sont des expériences qui m'ont fait grandir autant au niveau personnel que professionnel et dont je me souviendrai toute ma vie. Aussi, par le biais du laboratoire du muscle et de sa fonction dirigé par Mme Aubertin-Leheudre, j'ai pu travailler sur d'autres projets de recherche dans le domaine du vieillissement qui m'ont permis d'acquérir des connaissances supplémentaires, d'agrandir mes horizons et de faire des rencontres inoubliables. Son soutien et sa confiance en moi ont été déterminants pour ma réussite.

J'aimerais aussi remercier toute l'équipe et les étudiants du département des sciences de l'activité physique de l'UQÀM pour leur attitude positive qui a fait de ce département un environnement de travail stimulant et propice à la réussite de ce travail.

J'aimerais remercier spécialement Martine Lauzé, une collègue de travail, une amie et une partenaire de course qui, avec ses connaissances, son positivisme, sa grande gentillesse, son aide, son énergie et son support moral, a fait de ce processus une expérience agréable. Sans toi, je ne crois pas que je serais passé au travers. Pour moi, ton succès, autant au niveau personnel que professionnel, est exemplaire. Merci aussi pour nos courses le midi qui m'ont aidé à décompresser pendant les journées plus difficiles.

Un grand merci à mes parents Sylvie et René ainsi qu'à ma copine Marie Claude qui ont été d'un support extraordinaire pendant les dernières années. Autant

pendant les hauts ou les bas de cette aventure, vous étiez toujours présent pour voir le côté positif des choses et pour me convaincre de continuer et de ne pas lâcher même si des fois, ma confiance diminuait. Vous avez toujours cru en moi. Je vous aime.

Finalement, merci à mes amis et toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail, ma plus profonde reconnaissance. Merci infiniment!

DÉDICACE

Je dédicace ce mémoire à mes parents,
Sylvie et René, pour leur soutien, leurs encouragements
et leur amour tout au long de ce projet
Merci

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES FIGURES.....	vii
LISTE DES TABLEAUX.....	viii
LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES	ix
DÉFINITION DES TERMES PRINCIPAUX.....	x
ABSTRACT.....	xii
RÉSUMÉ	xiii
INTRODUCTION	1
But.....	3
Objectifs et hypothèses.....	3
CHAPITRE I	
CADRE THÉORIQUE	5
1.1 Modèle du fonctionnement et de l'invalidité	5
1.2 Définition et prévalence du vieillissement	7
1.3 Effets du vieillissement	10
1.3.1 Processus du vieillissement et fragilité.....	11
1.4 Vieillissement et changements musculaires	14
1.4.1 Vieillissement et masse musculaire	14
1.4.2 Vieillissement, force et puissance musculaire.....	16
1.4.3 Identification clinique de ces processus.....	21
1.5 Effets du vieillissement sur les capacités fonctionnelles.....	22
1.5.1 Capacités fonctionnelles et masse musculaire	22
1.5.2 Capacités fonctionnelles et force musculaire	24
1.6 Blessures.....	26

1.6.1 Services d'urgence.....	27
1.6.2 Hospitalisations, conséquences et coûts	29
1.7 Alitement et sédentarité.....	30
1.8 Activité physique.....	38
1.8.1 Intervention d'activité physique communautaire	39
1.8.2 Intervention d'activité physique à domicile.....	41
1.8.3 Usage des gérontotechnologies.....	42
1.8.4 La technologie Jintronix	45
CHAPITRE II	
MÉTHODOLOGIE.....	47
2.1 Introduction	47
2.2 Éthique.....	48
2.3 Risques	49
2.4 Participants	49
2.4.1 Critères d'inclusion et d'exclusion	49
2.4.2 Recrutement.....	50
2.4.3 Formation des groupes.....	51
2.5 Échéancier	51
2.6 Déroulement et procédures.....	52
2.6.1 Intervention à domicile via la gérontechnologie	52
2.6.2 Intervention de groupe supervisée dans un centre communautaire	58
2.7 Mesures des effets physiques de l'intervention.....	59
2.7.1 Évaluation initiale (T0).....	59
2.7.2 Évaluation post intervention (T12).....	69
2.8 Mesures de la faisabilité et de l'acceptabilité de l'intervention à domicile	69

2.9 Obstacles anticipés	70
2.10 Analyses statistiques.....	71
CHAPITRE III	
RÉSULTATS (ARTICLE).....	72
Comparing the effects of a home-based exercise program using a gerontechnology to a community-based group exercise program on functional capacities in older adults after a minor injury	72
ABSTRACT	73
CHAPITRE IV	
DISCUSSION	92
4.1 Perspectives futures	96
CONCLUSION	99
ANNEXES	100
BIBLIOGRAPHIE	113

LISTE DES FIGURES

Figure		Page
1.1	Modèle du fonctionnement et de l'invalidité (ICF).....	6
1.2	Pyramide des âges des estimations de la population au 1 ^{er} juillet, 1982 et 2012, Canada.....	9
1.3	Étiologies de la perte de force musculaire liée à l'âge.....	19
1.4	Évolution de la masse, force et puissance musculaire avec l'avancé en âge.	20
1.5	Relations entre la masse musculaire et les performances fonctionnelles.....	23
1.6	Mode de vie sédentaire. Impact sur l'activité physique, la capacité physique et la mortalité.....	36
1.7	Pratique d'une activité physique durant les loisirs, selon l'âge et selon le sexe.....	37
2.1	Conception de l'étude.....	48

LISTE DES TABLEAUX

Tableau		Page
1.1	Les étapes conceptuelles de la sarcopénie selon EWGSOP.....	22
1.2	Niveau de risque et prévalence d'incapacité selon l'indice de masse musculaire (IMM).....	24
2.1	Échéancier.....	52
2.2	Échéancier détaillé par groupe d'expérimentation.....	57

LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES

ACSM	American college of sports medicine
AIVQ	Activité instrumentale de la vie quotidienne
AP	Activité physique
AVQ	Activité de la vie quotidienne
CETI	Canadian emergency department team initiative
CHSLD	Centre d'hébergement et de santé de longue durée
CHU	Centre hospitalier universitaire
DU	Département d'urgence
FES-I	Falls efficacy scale-international
FM	Force musculaire
IBE	Impédance bioélectrique
ICIS	Institut canadien d'information sur la santé
IMC	Indice de masse corporel
IMM	Indice de masse musculaire
METs	<i>Metabolic equivalent of task</i> - Équivalent métabolique
MM	Masse musculaire
MoCA	Montreal cognitive assessment
OMS	Organisation mondiale de la santé
QDV	Qualité de vie
RMB	Rythme métabolique de base
RAPA	Rapid assessment of physical activity
SCPE	Société canadienne de physiologie de l'exercice
SF-36	Short form health survey
SOF	Study osteoporotic fractures
SPPB	Short physical performance battery
TUG	Timed-up-and-go

DÉFINITION DES TERMES PRINCIPAUX

Activités de la vie quotidienne (AVQ) : Représentent les actes qu'un individu exécute pour satisfaire ses besoins fondamentaux comme se déplacer, se nourrir, se doucher, s'habiller, se lever du lit et faire sa toilette (Katz et al., 1963)

Activités instrumentales de la vie quotidienne (AIVQ): Représentent les actes qu'un individu exécute pour satisfaire ses besoins fondamentaux comme faire ses courses, utiliser le téléphone, gérer son argent, prendre le transport en commun, faire ses tâches domestiques, etc. (Katz et al., 1963).

Autonomie : Capacité de quelqu'un à ne pas être dépendant d'autrui (Petit Larousse, 2017)

Capacité fonctionnelle : La capacité fonctionnelle consiste en de simples tâches physiques qui font intervenir la mobilité et la dépense d'énergie comme se lever d'un siège, marcher et tenir son équilibre. La capacité fonctionnelle se mesure souvent à l'aide de plusieurs indices. Des tests d'équilibre, de marche et de levée de chaise peuvent servir à mesurer la capacité fonctionnelle d'un individu (Guralnik et al., 1994; Shumway-Cook et al., 2000)

Déclin fonctionnel et incapacité fonctionnelle : Dans une revue de littérature, Stuck et al. (1999) proposent d'utiliser le terme « *functional status decline* » traduit en français par les termes déclin fonctionnel (Rolland et al., 2011) et incapacité fonctionnelle (Lefrançois et al., 2003) qui décrivent à la fois les difficultés associées à l'accomplissement des AVQ/AIVQ et à la réalisation de certaines actions de base.

Fonction musculaire : Comprends la qualité musculaire et les performances physiques (Cruz-Jentoft et al., 2010)

Invalidité : Selon (Jette, 1994), l'invalidité se définit comme la difficulté à exécuter les activités de la vie quotidienne comme se nourrir, se doucher et faire sa toilette.

Limitation fonctionnelle : Restriction à la réalisation d'actions physiques simples comme se déplacer, lever un bras, monter les escaliers (Jette, 1994)

Mobilité : La mobilité est considérée comme le mouvement de tous les os et articulations du corps au niveau structural ainsi que le changement et le maintien de la position du corps; marcher, se déplacer, porter ou manipuler des objets; modèle ICF (World Health Organization, 2001)

Performance physique : Temps ou résultat pour accomplir une tâche physique. La performance physique est évaluée à l'aide de tests validés et fiables comme le Short Physical Performance Battery SPPB test et le TUG par exemple (Guralnik et al., 1994; Shumway-Cook et al., 2000)

RÉSUMÉ

La population est vieillissante et de plus en plus de personnes âgées visitent les urgences, dont 17% d'entre eux à cause d'une blessure mineure. Deux tiers d'entre eux sont libérés des urgences après leur visite sans aucun suivi. Or, un déclin fonctionnel est observé de trois à six mois après une blessure mineure. Heureusement, les interventions en activités physiques sont efficaces pour freiner ce déclin. Cependant, les personnes âgées sont sédentaires et plusieurs barrières à la pratique de l'activité physique sont citées chez les personnes âgées. Les programmes d'activité physique à domicile ou dans la communauté présentent des inconvénients comme le manque de supervision, le transport et les horaires prédéterminés. Les gérontechnologies pourraient aider à surpasser ces limites et aider cette population à s'engager dans des programmes d'activité physique. L'objet de ce mémoire est donc d'évaluer un programme d'activité physique à domicile utilisant une gérontechnologie en le comparant à une intervention dite « traditionnelle » de groupe dans un centre communautaire et à un groupe contrôle. De plus, nous évaluerons la faisabilité et l'acceptabilité de cette nouvelle intervention auprès des personnes âgées. Pour répondre à nos objectifs, les effets physiques des interventions seront évalués après trois mois d'intervention. Les deux groupes intervention ont montré des améliorations au niveau des capacités fonctionnelles (vitesse de marche, équilibre et force des membres inférieurs) après trois mois d'intervention comparativement au groupe contrôle qui lui est resté constant. De plus, cette intervention spécifique à domicile s'est avérée faisable, acceptable et sécuritaire pour cette population. En conclusion, un programme d'activité physique à domicile utilisant une gérontechnologie pourrait être une bonne solution de remplacement pour les professionnels de la santé, afin d'engager les personnes âgées à la pratique de l'activité physique après une blessure mineure.

MOTS-CLÉS : Vieillessement, Activité physique, Gérontechnologie, Urgences, Capacités fonctionnelles

ABSTRACT

The aging population increases and more and more old adults visit the emergency department, 17% of them for minor injury. Two third of them are discharging home after visiting the emergency department. Functional decline has been observed three and up to six months after a minor injury. Physical activity interventions are effective to prevent this decline but most of those older adults are not active. Many barriers to the practice of physical activity are cited. Home-based and community-based exercise program have present barriers for this population (e.g. lack of supervision, transport and predetermined schedule). Gerontechnologies could overcome those barriers and help this population to engage in exercising. Then, to evaluate the potential of a home-based physical activity intervention using a gerontechnology in older adults after a minor injury, we compared it to a traditional group community-based intervention. Also, feasibility and acceptability of this kind of intervention in the older population should be assessed. Inter groups' functional capacities and other physical outcomes were evaluated after three months of intervention. A control group was also made to compare the effects of an intervention to none. Both intervention groups showed increase in functional capacities (e.g. SPPB, walking speed, Balance) after three months of physical activity intervention compared to control group who only maintain theirs. Also, this specific home-based exercise program has shown to be feasible, acceptable and safe for older adults after a minor injury. Overall, this new home-based physical activity intervention using a gerontechnology could be a good alternative for health professionals to help older adults after a minor injury to engage in exercise program.

KEY-WORDS: Aging, Exercise program, Gerontechnology, Emergency, Functional capacity

INTRODUCTION

Des changements démographiques sont observables à travers le monde. En effet, la population mondiale est vieillissante. Ce phénomène n'échappe pas au Canada où 16.5% de la population est âgée de 65 ans et plus et cette proportion continuera d'augmenter dans les prochaines années (Statistique Canada, 2016). Des problèmes de santé comme des maladies, des blessures et une perte de mobilité sont associés au vieillissement. Cela peut avoir comme conséquences la perte d'autonomie et une diminution de la qualité de vie des personnes âgées. Des changements au niveau corporel comme la perte de masse musculaire (MM) (Rosenberg, 1997) et de force musculaire (FM) (Manini & Clark, 2012) sont également observés lors du vieillissement. Ces phénomènes peuvent contribuer, en grande partie, à la perte de fonction musculaire (Barbat-Artigas et al., 2014), à l'augmentation des risques de blessures et à une perte d'autonomie. En effet, la perte de fonction musculaire augmente les risques de blessures et d'admission aux urgences, qui sont souvent occasionnées par les chutes (Agence De La Santé Publique Du Canada, 2014) chez les personnes âgées, accélérant alors le processus menant à la perte d'autonomie. Effectivement, un déclin fonctionnel est observé trois à six mois après une blessure (Shapiro et al., 2001) affectant l'exécution des activités de la vie quotidienne telles que se déplacer, se nourrir et se doucher. Ce déclin augmente alors les risques de réadmission dans les urgences durant les mois suivants. Cette perte d'autonomie est aussi une conséquence des comportements sédentaires et d'isolement des personnes âgées (Buman et al., 2010).

Tous ces processus obligent les institutions de santé à prendre en charge les aînés dont l'autonomie est en déclin. Or, les coûts associés à cette prise en charge et aux réadmissions s'avèrent de plus en plus importants et contraignants pour une société dont la population vieillit. Ainsi, des actions doivent être prises afin de

réduire les impacts socioéconomiques d'une population vieillissante et en perte d'autonomie. Une des solutions les plus prometteuses pour maintenir l'autonomie des personnes âgées semble être l'activité physique. En effet, les effets positifs de l'activité physique sur les conséquences néfastes du vieillissement et des blessures se sont révélés (Pahor et al., 2014). D'ailleurs, plusieurs modèles traditionnels d'activité physique ont été implantés dans les centres communautaires et à domicile. Pourtant, les personnes âgées ne sont pas physiquement actives. Plusieurs barrières, surtout après une blessure, limitent la pratique d'activités physiques chez cette population, notamment la peur de chuter, l'accès aux structures, les déplacements et les horaires prédéterminés (Schutzer & Graves, 2004). Il existe certes des programmes d'activité physique à domicile, mais ceux-ci comportent certaines limites au niveau de la logistique, de la motivation et de la supervision. En effet, on observe souvent un manque d'interventions personnalisées, un manque de sécurité et une absence de surveillance dans les programmes d'activité physique à domicile (Mehra et al., 2016). Des interventions en groupe dans les centres communautaires sont aussi une autre alternative qui s'est avérée être efficace dans le passé (Pang et al., 2005). Cependant, ces interventions présentent aussi des contraintes chez une population âgée ayant subi une blessure mineure telles qu'une fracture, une entorse, une plaie et une commotion (Hill et al., 2011) limitant ainsi l'adhérence et leurs bienfaits (Stiggelbout et al., 2004).

Récemment, les technologies adaptées aux personnes âgées, appelées gérontechnologies, ont fait leur apparition et prennent aujourd'hui une place importante dans nos sociétés. Elles sont utilisées dans diverses sphères de la vie comme au niveau médical, de la sécurité, et de la prévention. Parmi ces avancées technologiques, on retrouve les « exergames ». Ces jeux vidéo interactifs peuvent amener les aînés à bouger de façon ludique, et ainsi les rendre plus actifs et favoriser leur bien-être. De plus, l'engagement à la pratique de l'activité physique chez les personnes âgées après une blessure mineure étant bas, trouver des

alternatives telles que les exergames pour augmenter l'engagement à de saines habitudes de vie chez cette population est impératif.

Ce projet consiste donc à mettre en place un programme d'activité physique adapté à domicile via une gérontechnologie. Afin de tester les effets physiques de ce type d'activité physique et de confirmer sa faisabilité sur cette population, 3 groupes seront formés : 1) intervention en activité physique individuelle à domicile utilisant la gérontechnologie (HEPtech), 2) intervention en activité de groupe dans un centre communautaire (YMCA), 3) groupe témoin sans aucune intervention (CON).

But

Le but du projet présenté dans le cadre de ce mémoire est de comparer les effets d'un programme d'activité physique à domicile à l'aide d'une gérontechnologie à une intervention supervisée dans un centre communautaire sur les capacités fonctionnelles auprès de personnes âgées de 65 et plus à la suite d'une blessure mineure.

Objectifs et hypothèses

- 1) Confirmer la faisabilité et l'acceptabilité d'une intervention en activité physique utilisant une gérontechnologie chez des personnes âgées après une blessure mineure.

- 2) Comparer les effets de deux types d'intervention; l'une à domicile via une gérontechnologie (exergames) et l'autre en groupe dans un centre communautaire (YMCA) entre elles et avec un groupe contrôle.

Nos hypothèses sont les suivantes :

- 1) Cette gérontechnologie sera faisable et acceptable chez les personnes âgées ayant subi une blessure mineure. Les personnes âgées seront capables d'utiliser une gérontechnologie pour faire de l'activité physique à domicile de façon adéquate, autonome et sécuritaire.
- 2) Les deux types d'intervention induiront des effets comparables sur les capacités fonctionnelles des personnes âgées après une blessure mineure et auront des effets supérieurs au groupe contrôle.

CHAPITRE I

CADRE THÉORIQUE

1.1 Modèle du fonctionnement et de l'invalidité

L'âge est associé à des changements au niveau de la composition corporelle (Ribeiro & Kehayias, 2014), et a un déclin des capacités fonctionnelles (Reinders et al., 2015). L'hypothèse selon laquelle la diminution de la masse et de la force musculaire limite les capacités fonctionnelles et favorise la perte d'autonomie se fait grandissante (Rolland & Vellas, 2009). En effet, cette détérioration a des conséquences sur la capacité des personnes à accomplir leurs activités de la vie quotidienne (AVQ). Les AVQ représentent les actes qu'un individu exécute pour satisfaire ses besoins fondamentaux comme se déplacer, se nourrir, se doucher, s'habiller, etc (Katz et al., 1963). Une difficulté ou une limitation à exécuter ces AVQ définissent l'invalidité ou le niveau d'autonomie d'une personne (Jette, 1994). Bien que le vieillissement mène à un déclin fonctionnel, ce processus peut être accéléré par une blessure ou une pathologie (Jette, 1994). En fait, selon l'« International Classification of Functioning, Disability and health » (ICF) (figure 1), ce processus est multifactoriel donc plusieurs facteurs sont interreliés dont les principaux sont 1) les activités et la participation, 2) les fonctions des structures et organes ainsi que 3) les facteurs contextuels (environnementaux et personnels) (World Health Organization, 2001). Plus spécifiquement, les fonctions des structures et organes englobent les conséquences physiologiques liées au vieillissement mentionnées plus haut. Or, l'altération des fonctions des structures ou des organes causée par le vieillissement, une pathologie ou une blessure aura un impact sur les activités et la participation sociale de la personne âgée. Finalement, des facteurs environnementaux et personnels tels qu'un domicile non adapté ou une situation familiale difficile peuvent jouer un rôle sur le déclin fonctionnel. Inversement, ce processus peut aussi être déclenché par une

restriction de la participation, un déconditionnement qui va mener à une pathologie ou blessure comme le démontre la figure 1.1 du modèle du fonctionnement et de l'invalidité ci-dessous. De ce fait, plusieurs facteurs peuvent ouvrir la porte à un déclin fonctionnel comme les maladies, les blessures, la dépression, la nutrition et le niveau d'interaction sociale et mener vers l'invalidité (Stuck et al., 1999). La trajectoire du vieillissement diffère d'un individu à l'autre.

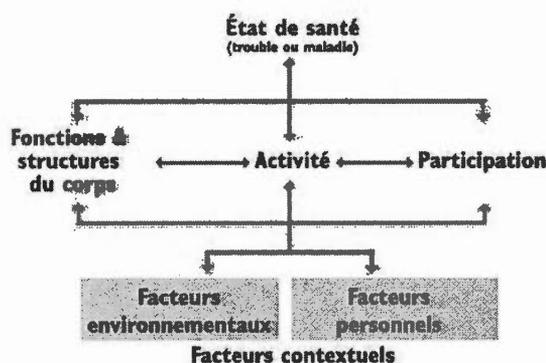


Figure 1.1 — The International Classification of Functioning (ICF), Disability and Health
(World Health Organization, 2001)

Les capacités fonctionnelles diminueraient de 40 à 50% pendant la vie, réduisant ainsi le niveau d'autonomie des personnes (Evans & Campbell, 1993). Ainsi, environ 32% des personnes âgées vivant dans la communauté auraient des limitations fonctionnelles, qui limitent leurs activités, et plus de 10% déclarent avoir des incapacités à accomplir leurs AVQ, telles que manger, téléphoner et s'habiller (Bowen, 2012). De plus, la plupart des personnes âgées vivant en institutions présentent des limitations au niveau de leur mobilité (Canadian Institutes of Health Research, 2002). Ces limites ont, à leur tour, des implications importantes sur l'individu, la société et les soins de santé (Blocker Jr, 1992; Langlois et al., 1997). D'autre part, il a été démontré que la vitesse de marche est un des indices les plus prédictifs du déclin des performances physiques, des

capacités fonctionnelles ainsi que de la mortalité chez les personnes âgées (Shimada et al., 2010; Van Kan et al., 2009). D'ailleurs, cette dernière est relativement stable jusqu'à 65 ans, pour ensuite baisser de 1% par an jusqu'à 69, et 4% par an pour les personnes âgées de 80 ans (White et al., 2013). Or, il est possible de l'améliorer et son amélioration préviendrait le déclin fonctionnel chez cette population (Cesari et al., 2009; Garcia-Pinillos et al., 2016; Nakamoto et al., 2015; Ostir et al.; Peel et al., 2013; Seino et al., 2012; Shimada et al., 2010).

Ainsi, une personne âgée avec des limitations ou des incapacités fonctionnelles n'est pas nécessairement dans une situation irréversible de perte d'autonomie (Jette, 1994).

1.2 Définition et prévalence du vieillissement

Tout d'abord, avant de dresser le portrait du vieillissement, nous allons définir l'âge qui correspond à une personne âgée puisque, selon les pays, les contextes et les domaines, cette notion diverge. La plupart des pays industrialisés ont accepté l'âge chronologique de 65 ans comme repère définissant une personne âgée (Organisation Mondiale De La Santé (Oms), 2015). Cet âge a été choisi puisqu'il correspond à l'âge médian de la retraite. Cependant, aucun consensus universel ne semble exister en ce qui concerne l'âge exact qui définit la personne âgée. Cette absence de consensus semble s'expliquer par l'hétérogénéité et la pluralité du vieillissement. Ainsi, en l'absence d'un tel consensus, les sociologues et les chercheurs des autres domaines impliqués dans l'étude du vieillissement s'entendent pour utiliser l'âge de la retraite comme repère chronologique définissant la personne âgée (Roebuck, 1979). D'ailleurs, l'Organisation mondiale de la santé utilise l'âge de 60 ans pour définir la personne âgée (Organisation Mondiale De La Santé (Oms), 2012). Cependant, ailleurs, comme dans les pays d'Afrique, l'âge de la retraite se situe davantage autour de 50 et 55 ans

(Organisation Mondiale De La Santé (Oms), 2015). Il est donc accepté que chaque société ait son propre repère chronologique pour définir la personne âgée. Dans le cadre de ce mémoire, le seuil de 65 ans et plus a été retenu, car il est le repère le plus couramment employé au Canada pour définir la personne âgée (Turcotte and Schellenberg, 2006). La proportion des personnes âgées est en croissance rapide, autant au Canada qu'à travers le monde. En effet, le vieillissement de la population est un phénomène observé mondialement qui est à la fois inévitable et prévisible (Organisation Mondiale De La Santé (Oms), 2012). Entre 2000 et 2050, le pourcentage de la population mondiale âgée de plus de 60 ans doublera, passant de 10% à 22% (Organisation Des États-Unis, 2015), soit de 605 millions à deux milliards d'individus (Organisation Mondiale De La Santé (Oms), 2012).

La situation démographique du Canada ne fait pas exception puisque le Canada a rejoint, en 1971, le rang des pays dit « vieux ». Les Nations Unies attribuent cette caractéristique aux pays, dont la proportion de personnes âgées représente plus de 8% de l'ensemble de la population (Arcand-Hébert, 2007). Actuellement, les personnes âgées de 65 ans et plus comptent pour 16,5% de la population canadienne (Statistique Canada, 2016). D'ailleurs, comme le montre la figure 1.2 ci-dessous, la pyramide d'âge du Canada est caractérisée par un élargissement majeur à son sommet. Ainsi, en 2061, la population âgée de 65 ans et plus augmentera considérablement atteignant entre 24% et 28% (Statistics Canada, 2015) et représentera ainsi une part de plus en plus importante de la population canadienne.

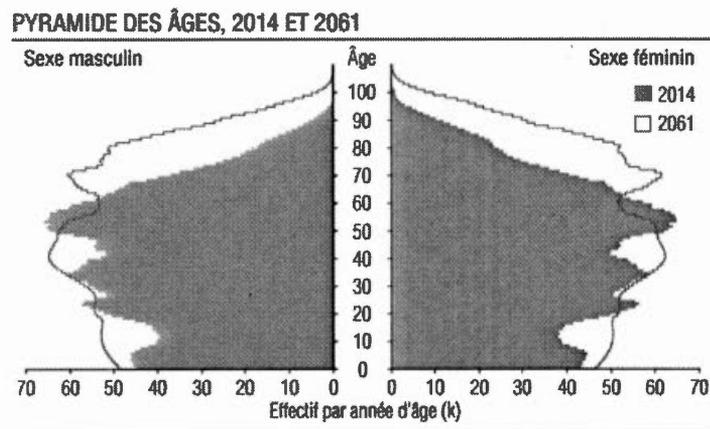


Figure 1.2 – Pyramide des âges des estimations de la population, 2014 et 2061, Canada (Statistique Canada et Institut de la statistique du Québec, 2015)

Au Canada, ce phénomène peut être expliqué, en partie, par la période appelée le baby-boomer (Arcand-Hébert, 2007). Les baby-boomers sont les individus nés après la Deuxième Guerre mondiale, soit entre 1946 et 1964, et qui représentent la cohorte de naissances la plus nombreuse de l'histoire du Canada. De ce fait, selon le recensement de 2011, près de 3 Canadiens sur 10 étaient issus du baby-boom (Statistique Canada, 2011). Ces proportions sont similaires autant au niveau national, provincial et régional avec des taux respectifs de 14,8% (Statistique Canada, 2011), 15,9% (Statistique Canada, Répartition par grands groupes d'âge et le sexe, Recensement de 2011), et 15,3% (Gouvernement Du Québec, 2014). Finalement, en 2031, les derniers baby-boomers atteindront l'âge de la retraite (Arcand-Hébert, 2007), contribuant de façon importante au vieillissement démographique de la population canadienne.

Le vieillissement de la population peut également être expliqué par l'augmentation de l'espérance de vie à la naissance. En effet, les percées dans le domaine des soins médicaux et l'amélioration de la santé de la population

(tabagisme, habitudes de vies, conditions de travail, la hausse du niveau de scolarité et du revenu) ont contribué à augmenter cette espérance de vie (Arcand-Hébert, 2007). Ainsi, entre les années 2000-2002 et 2007-2009, l'espérance de vie à la naissance au Canada est passée de 77,0 à 78,8 ans (+1,8 an) pour les hommes et de 82,0 à 83,3 ans (+1,3 an) pour les femmes (Statistics Canada, 2010). Cependant, l'espérance de vie à la naissance ne correspond pas nécessairement à une espérance de vie en santé. En effet, au Québec, alors que l'espérance de vie à 65 ans a progressé dans les dernières années, celles sans incapacité semblent se dégrader légèrement (Arcand-Hébert, 2007). Une enquête québécoise de 1998 faite par l'Institut de la statistique Québec sur les limitations d'activités, situe le taux d'incapacité, englobant les incapacités légères, modérées et graves, à 41,6% pour les personnes âgées de 65 ans et plus des deux sexes (Institut De La Statistique Du Québec, 1998). Or, ces incapacités engendrent des coûts importants reliés aux soins de santé des aînés. Ainsi, plus de 14 milliards de dollars par année de fonds publics dans le domaine de la santé et des services sociaux sont consacrés à cette portion de la population (Arcand-Hébert, 2007). En 2000, les personnes âgées de 65 ans et plus, qui représentaient seulement 12,8% des Québécois, drainaient 45% de ce budget (Arcand-Hébert, 2007). Les coûts de prises en charge liés à la population âgée s'avèrent donc un problème réel au niveau de la santé publique. Certaines actions et politiques préventives devraient donc être mises en place pour atténuer ce fardeau sociétal. Cependant, pour pouvoir agir efficacement, il est important de comprendre les effets du vieillissement sur la personne.

1.3 Effets du vieillissement

1.3.1 Processus du vieillissement et fragilité

1.3.1.1 Définition et prévalence

Plusieurs définitions et idéologies du vieillissement sont partagées dans la littérature. Le vieillissement peut être vu comme un processus biologique à travers le temps entre la naissance et la mort. Ce type de vieillissement correspond aux changements progressifs et spontanés qui se produisent entre le nourrisson et l'adulte accompagnés d'un déclin physiologique normal observé plus tard à l'âge adulte (Bengtson et al., 2009). Or, cette détérioration n'est pas hétérogène puisqu'elle peut survenir à plusieurs niveaux dans l'organisme et ainsi se manifester différemment selon chaque personne (Arcand-Hébert, 2007). Cependant, avec l'âge, les personnes sont plus vulnérables aux événements indésirables (blessures, maladies et incapacités) puisque leurs ressources physiologiques sont diminuées. L'homéostasie (état stable) devient alors plus difficile à maintenir face à ces stress interne ou externe. Cependant, il est important de savoir que le vieillissement n'est pas toujours synonyme d'usure et de déchéance. En effet, le vieillissement peut être représenté sur un spectre qui comprend d'un côté le vieillissement réussi, au centre le vieillissement normal et de l'autre côté, le vieillissement pathologique. Ce qui les distingue est l'ampleur des pertes physiologiques qui sont minimales ou absentes dans le vieillissement réussi et très élevées dans le vieillissement pathologique (Rowe & Kahn, 1987). Malgré la variabilité des définitions, le vieillissement réussi est souvent basé sur l'absence de handicap (Depp & Jeste, 2006) et est synonyme de vieillissement en santé, vieillissement positif et vieillissement actif (Brown, 2015).

Comme la fragilité est considérée comme une perte physiologique des réserves, les personnes ayant un vieillissement pathologique ont plus de chance d'être fragiles (Fulop et al., 2010; Rockwood et al., 2007). De façon globale, on définit la fragilité comme un état qui « survient lorsqu'il y a une diminution de la

capacité à mener à bien les activités sociales et pratiques de la vie quotidienne » (traduction libre) (Morley et al., 2002). Ainsi, la fragilité est reconnue comme un état de vulnérabilité augmentant le risque d'invalidité provoqué par une diminution de la capacité physiologique affectant plusieurs systèmes qui se traduisent par une perte de réserves (énergie, capacité, cognition, émotion, santé) (Sirois et al., 2015). D'après les cliniciens et chercheurs, le concept de la fragilité regroupe trois aspects dont 1) l'état de risque accru ou de vulnérabilité, 2) la réduction des capacités à faire face aux exigences de la vie et 3) les risques ou la présence d'incapacités (Arcand-Hébert, 2007). Le vieillissement fragile est un processus lent qui détériore l'état d'une personne et qui peut mener jusqu'à la mort (Lunney et al., 2003). Selon Collard et al. (2012), la prévalence de personnes âgées fragiles vivant dans la collectivité est de 11% et celles dites « préfragiles » (en voie d'être fragiles) représenteraient 42%. Par ailleurs, la prévalence de la fragilité augmente avec l'âge (Pel-Littel et al., 2009). Alors que 3 à 7% de la population âgée entre 65 et 75 ans est dite fragile, cette proportion atteint 20% à 32% chez les personnes âgées de 80 et plus (Ahmed et al., 2007).

1.3.1.2 Causes de la fragilité

Les personnes âgées peuvent se retrouver dans une situation de détérioration de leur santé dont il est difficile de sortir engendrant par le fait même une spirale négative. Il a été suggéré que cette spirale descendante de la fragilité ne serait pas associée à un processus inévitable du vieillissement et pourrait être en partie diminuée (Ahmed et al., 2007). En effet, selon Ahmed et al. (2007), ce lent processus peut être causé par plusieurs facteurs tels que la maladie, le manque d'activité physique, un apport nutritionnel insuffisant, le stress et/ou les modifications physiologiques liés au vieillissement. De bonnes habitudes de vies pourraient alors avoir des effets positifs sur l'état de fragilité (Pel-Littel et al., 2009). De l'autre côté, même le stress intense causé par exemple par une situation

socioéconomique difficile pourrait être un précurseur de la fragilité (Zaslavsky et al., 2013). Par exemple, une étude faite chez 10 661 hommes et femmes d'Amérique latine âgés de 60 ans et plus, une mauvaise santé, un faible niveau d'éducation et une mauvaise situation socioéconomique sont associés à des risques plus élevés de fragilité (Alvarado et al., 2008). Cependant, l'une des principales causes du développement de la fragilité serait les changements liés à la fonction musculaire (Pel-Littel et al., 2009).

1.3.1.3 Conséquences de la fragilité

Cette fragilité n'est pas sans conséquence puisqu'en plus d'une diminution de la capacité à accomplir les activités de la vie quotidienne, incluant les activités sociales, elle entraîne une détérioration directe des capacités fonctionnelles. Cette diminution conduirait à des problèmes de santé récurrents et des blessures, augmentant ainsi les risques d'hospitalisation, d'institutionnalisation et de mortalité (Morley et al., 2002; Pel-Littel et al., 2009). Parmi ces problèmes de santé, on retrouve notamment la perte de mobilité qui est souvent associée aux personnes âgées fragiles et qui aurait un impact direct sur les risques de chutes (Pel-Littel et al., 2009). En effet, les changements musculaires que l'on observe avec le vieillissement, et qui seront décrits plus bas, augmentent les risques de chutes des personnes âgées. Ainsi, les changements musculaires combinés à la perte de densité osseuse observée lors du vieillissement augmentent considérablement les risques de fractures et, par conséquent, les risques d'événements indésirables. Ainsi, compte tenu de la situation démographique actuelle, le vieillissement fragile pourrait avoir un impact négatif au niveau des familles, de l'économie, de la santé publique et des services sociaux (Ahmed et al., 2007).

1.4 Vieillissement et changements musculaires

1.4.1 Vieillissement et masse musculaire

La composition corporelle définit le pourcentage de masse maigre et de masse grasse qui, ensemble, déterminent le poids corporel. Plus spécifiquement, la masse maigre réfère aux composantes du corps humain suivantes : les muscles, les organes, les os et l'eau (Fielding et al., 2011). En plus d'un rôle structural, la masse maigre est fondamentale pour mobiliser les substrats métaboliques et est considérée comme la principale composante de protéines dans le corps (Ribeiro & Kehayias, 2014). Avec l'âge, on remarque une modification de la composition corporelle, notamment une augmentation de la masse grasse et une réduction de la masse maigre principalement au niveau musculaire et osseux (Baumgartner, 2000; Lutzler et al., 2005). La perte de masse musculaire lors du vieillissement normal est aussi appelée sarcopénie (Rosenberg, 1997). Ce terme, employé pour la première fois par Rosenberg à la fin des années 1990, est un dérivé du grec « sarx » pour « chair », et de « penia » pour « perte » (Rosenberg, 1997). La cause principale de la sarcopénie est le vieillissement (Cruz-Jentoft et al., 2010). Néanmoins, l'historique de maladies, l'inactivité physique et la dénutrition sont des causes primaires de cette condition (Cruz-Jentoft & Landi, 2014). La physiopathologie de la sarcopénie est tout de même très complexe, car même si elle peut être observée à travers le vieillissement, les facteurs impliqués peuvent varier d'une personne à l'autre (Cruz-Jentoft et al., 2010). La masse musculaire diminue d'environ 30% entre l'âge de 20 et 80 ans (Frontera et al., 2000) soit d'environ 3 à 8% par décennie après l'âge de 30 ans et cette perte accélère après l'âge de 60 ans chez une population épidémiologique (Fragala et al., 2015; Melton 3rd et al., 2000). Ainsi, 23% des personnes âgées de moins de 70 ans étaient sarcopéniques et plus de 50% pour celles âgées de plus de 80 ans (Baumgartner et al., 1998; Pagotto & Silveira, 2014).

Les changements de composition corporelle sont aussi présents chez les hommes que chez les femmes. Les hommes possèdent une masse maigre initiale plus importante, mais en perdent davantage que les femmes (exprimée en %) (Anne et al., 2005; Janssen et al., 2002). Janssen et ses collègues ont également observé que la masse musculaire diminue davantage au niveau des membres inférieurs comparativement aux membres supérieurs, et ce tant chez les hommes que chez les femmes (Hughes et al., 2001; Janssen et al., 2002)

De plus, il semblerait que l'ethnicité pourrait jouer un rôle sur le taux de masse musculaire. En effet, dans une étude réalisée auprès d'hommes noirs, hispaniques et caucasiens âgés de 39 à 70 ans (Araujo et al., 2010), les auteurs concluent que les hommes noirs présentaient un taux plus élevé de masse musculaire que les hommes hispaniques qui eux avaient un taux plus élevé que les hommes blancs. D'autre part, en 2009, Delmonico et ses collègues ont confirmé qu'indépendamment du genre, l'ethnicité influençait le pourcentage de perte. Ainsi, les personnes noires sembleraient avoir une quantité de masse musculaire plus importante que les blancs (Araujo et al., 2010; Delmonico et al., 2009) .

La perte de masse musculaire serait causée par plusieurs changements au niveau métaboliques, physiologiques et hormonaux (Ribeiro & Kehayias, 2014). Il est à noter qu'à ce jour, aucun génotype « défavorable » spécifique n'a été associé à l'accélération de la perte de masse musculaire (Kyle Mitchell et al., 2012). Sur le plan métabolique, le maintien de la masse musculaire résulte de la balance entre la synthèse et la dégradation des protéines (Ribeiro & Kehayias, 2014). En d'autres mots, comparativement à une population jeune, une quantité plus élevée et une synthèse plus importante de protéines sont nécessaires pour maintenir une même masse. Bien que d'autres études soient nécessaires pour explorer le métabolisme

des protéines dans le vieillissement, cela pourrait être causé par une ingestion insuffisante ou une mauvaise absorption des protéines (Ribeiro & Kehayias, 2014). Sur le plan physiologique, on observe des changements myocellulaires, soit une réduction du nombre et de la taille des fibres musculaires causant, entre 20 et 80 ans, une réduction de 30% de la masse musculaire (Fielding et al., 2011). Finalement, sur le plan hormonal, une diminution de la production d'œstrogènes chez la femme (Kyle Mitchell et al., 2012) et une diminution progressive, mais néanmoins considérable, des niveaux de testostérone et d'androgènes surréniaux chez l'homme (Kyle Mitchell et al., 2012) induiraient cette perte de masse musculaire. Finalement d'autres hormones inflammatoires (IL-6; TNF-alpha (Cesari et al., 2005; Zamboni et al., 2008; Zoico et al., 2010) ou de croissances (IGF-1; GH; IGF BP3) (Onder et al., 2006; Taekema et al., 2011) seraient elles aussi impliquées dans cette perte de masse musculaire.

1.4.2 Vieillesse, force et puissance musculaire

Tout d'abord, la force musculaire est définie comme la capacité d'un muscle à exercer une force contre une résistance produite dans un instant donné. La perte de force musculaire dépend de plusieurs facteurs comme la perte de masse musculaire (Manini & Clark, 2012), l'architecture musculaire soit la diminution de la longueur des fibres musculaires et de l'angle de pennation (Narici et al., 2003), la diminution des capacités contractiles du muscle (Clark & Manini, 2008), une altération du couplage excitation-contraction, ou plus précisément du découplage, (Payne & Delbono, 2004) et l'inactivité physique (Evans & Campbell, 1993). La force musculaire décline avec l'avancée en âge. On définit ce phénomène par le terme de dynapénie où « dyna » réfère à « puissance ou force » et « penia » réfère à « perte ou pauvreté » (Clark & Manini, 2012). On atteindrait notre pic de force musculaire entre l'âge de 25 et 35 ans pour ensuite voir celle-ci diminuer graduellement durant la quarantaine pour finalement diminuer de 12 à

14% chaque décennie après 50 ans (Lynch et al., 1999). Ce pourcentage de déclin est confirmé par Vandervoort qui montre à travers son suivi une diminution de la force musculaire de 1-2% par année après l'âge de 60 ans (Vandervoort, 2002) et de 35% sur une période de 11 ans pour les sujets âgés de 80 ans. La force des extenseurs du genou baisse de 10% à 15% par décennie jusqu'à l'âge de 70 à 75 ans, par la suite ce processus accélère et on observe une perte entre 25% à 40% par décennie (Newman et al., 2003). D'ailleurs, 16% à 18% des femmes et 8% à 10% des hommes aux États-Unis âgés de plus de 65 ans sont incapables de soulever 4,55 kg (10 livres) (Clark & Manini, 2012).

Il est important de distinguer le déclin de la masse musculaire (sarcopénie) de celui de la force musculaire (dynapénie). Bien qu'on observe une diminution des deux avec le vieillissement, selon Kloster et ses collègues, la force musculaire déclinerait plus rapidement que la masse musculaire (Kloster et al, 2011). Ces deux phénomènes semblent liés, mais des études longitudinales ont démontré que la perte de masse musculaire aurait une incidence moins importante sur la perte de force musculaire (Clark & Manini, 2012). En effet, bien que l'atrophie musculaire puisse contribuer à la perte de force (Jane & Alexander, 1999), elle ne serait pas la seule et unique cause (Frontera et al., 1991; Lynch et al., 1999). Ces études ont eu pour effet de stimuler l'étude de la dynapénie de façon distincte de celle de la sarcopénie.

Plusieurs facteurs auraient un rôle dans la perte de force musculaire (Clark & Manini, 2012). En plus des changements myocellulaires (taille et nombre de fibres) et d'une réduction de l'apport protéique, l'inactivité serait un des facteurs majeurs contribuant à une diminution précoce et proportionnellement plus importante de la force que celle de la masse musculaire (Rolland & Vellas, 2009). Les données épidémiologiques rapportent que les personnes âgées réduisent leurs activités physiques, notamment les activités en résistance, ce qui serait la

principale source de diminution de la dépense énergétique totale lors du vieillissement (Rolland & Vellas, 2009). Une étude a quantifié la modification de la composition corporelle et de la force de 12 personnes âgées en moyenne de 67 ans, alitées pendant dix jours en dehors de tout contexte pathologique (Kortebein et al., 2007). Au cours de l'alitement volontaire de 10 jours, Kortebein et ses collègues ont observé une diminution de 3,2% de la masse musculaire totale et une diminution de 6,3% de la masse musculaire des membres inférieurs (Kortebein et al., 2007). Cependant, le déclin de la force musculaire a été beaucoup plus élevé atteignant une perte de 15,6% au niveau des membres inférieurs (Kortebein et al., 2007). Ces résultats soulignent que l'effet délétère de l'inactivité est plus important sur la force musculaire que sur la masse musculaire (Kortebein et al., 2007; Rolland & Vellas, 2009). Il faut quand même noter qu'avec une perte de 6.3% de masse des membres inférieurs, il y a 15.6% de perte de force musculaire, qui suggère que la perte de masse pourrait expliquer presque 50% de la perte de force musculaire, ce qui n'est pas négligeable. La perte de force musculaire peut aussi s'expliquer par une combinaison de la perte de masse musculaire et de la qualité contractile du muscle (Hairi et al., 2010). En effet, d'un point de vue physiologique, le vieillissement entraîne une altération du couplage excitation-contraction et une transformation des types de fibres musculaires. Or, ces changements affectent la qualité de la contraction musculaire (Payne & Delbono, 2004). De plus, d'autres auteurs ont observé un changement dans l'architecture du muscle, soit une diminution de longueur des faisceaux musculaires, de l'angle de pennation des fibres et de l'épaisseur du muscle (Narici et al., 2003; Strasser et al., 2013) qui a aussi une influence sur la qualité de la contractilité musculaire. De plus, ces changements architecturaux réduiraient le rapport force-vélocité et la puissance du muscle (Kumagai et al., 2000). Cette diminution de la qualité de la contraction musculaire combinée à la perte de masse musculaire influencerait la perte de force musculaire lors du vieillissement.

Comme illustrée dans la figure 1.3 ci-dessous, la dynapénie liée au vieillissement est donc multifactorielle puisque plusieurs facteurs du système musculaire sont impliqués parallèlement dans ce processus.

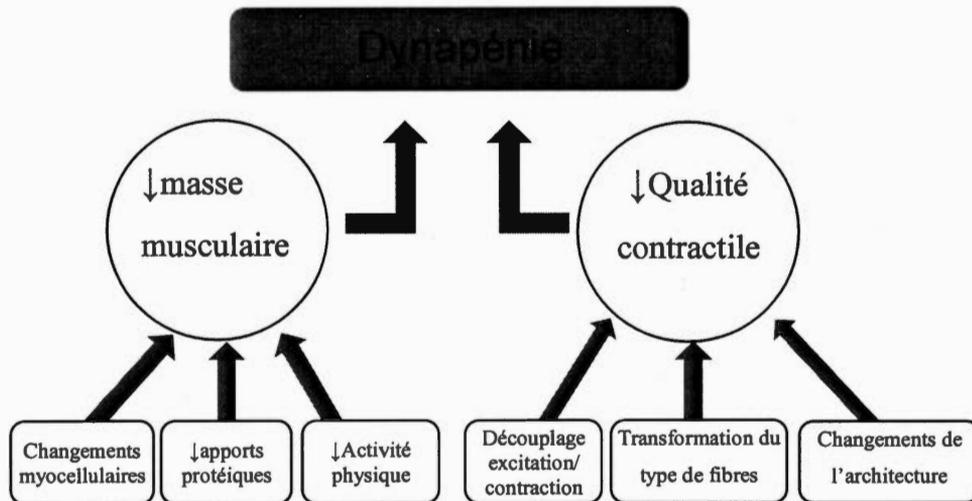


Figure 1.3 – Étiologies de la perte de force musculaire liée à l'âge
(adaptée de Manini et Clark, 2008)

Néanmoins, un autre concept, celui de la perte de puissance musculaire, semblerait être un autre facteur majeur dans le niveau de performance physique avec l'âge (Barbat-Artigas et al., 2012). On définit la puissance musculaire comme étant la capacité d'un muscle à générer une grande force à grande vitesse. La puissance musculaire est le produit de la force et de la vitesse (M.Mcginnis, 2013). Par exemple une grande force à plus faible vitesse peut donner la même puissance qu'une faible force à une grande vitesse. En plus d'être jugée plus pertinente que la force musculaire pour de nombreuses tâches de la vie quotidienne, la puissance musculaire serait fortement associée à des déterminants physiques tels que la vitesse de marche, l'équilibre statique et dynamique ainsi que le statut fonctionnel comme l'illustre la figure 1.4 (Barbat-Artigas et al., 2012).

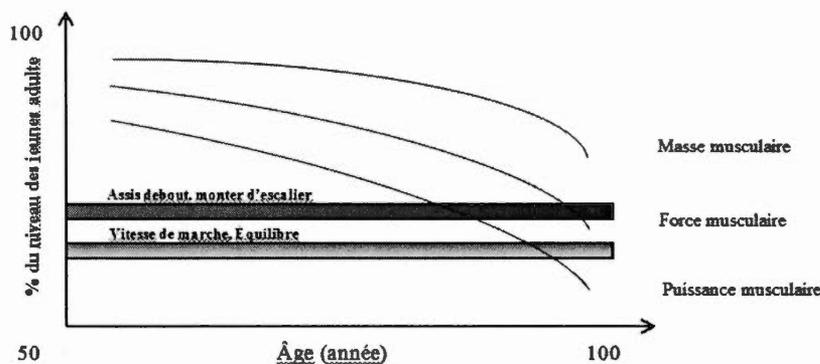


Figure 1.4 – Évolution de la masse, force et puissance musculaire avec l'avancé en âge (adapté de (Barbat-Artigas et al., 2012))

Ce décalage progressif entre la perte de masse, de force et de puissance musculaires suggère une détérioration graduelle de la qualité musculaire avancée en âge conduisant à des incapacités fonctionnelles (Barbat-Artigas et al., 2012).

Il est important de noter que la force musculaire peut-être exprimée en valeur absolue ou relative au poids corporel ou en unité de masse musculaire (ratio force musculaire (F_M)/masse musculaire (m_M)). Or, ces ratios seraient plus représentatifs de la vie quotidienne et reliés aux capacités fonctionnelles (Barbat-Artigas et al., 2012). En effet, si on regarde seulement les seuils de force musculaire proposés en absolu, une personne avec une petite masse musculaire pourrait avoir une force musculaire déficiente sans toutefois avoir de la difficulté à exécuter des tâches quotidiennes et physiques. De l'autre côté, une personne obèse sans déficit au niveau de la force musculaire absolue pourrait être incapable de monter les escaliers. C'est pourquoi la force musculaire exprimée relativement par rapport au poids est plus significative selon S. Barbat-Artigas et al. (2012).

Néanmoins, le déclin de ce ratio peut différer selon le groupe musculaire étudié. En effet, le déclin de ce ratio serait plus important au niveau des membres inférieurs qu'au niveau des membres supérieurs (Lynch et al., 1999). De plus, en

1991, Frontera et al, suggèrent que chez des personnes âgées de 45 à 78 ans, le ratio (F_M/m_M) au niveau des muscles du bras est plus élevé chez les hommes que chez les femmes, mais qu'il est similaire entre les deux sexes au niveau des jambes (Frontera et al., 1991). Finalement, il a été observé que l'âge et l'IMC sont des facteurs qui pourraient influencer ce ratio (F_M/m_M) et son lien avec les incapacités (Barbat-Artigas et al., 2014). Comme nous verrons plus loin, l'activité physique peut avoir un impact positif sur cette perte de force, de puissance et de qualité musculaires.

1.4.3 Identification clinique de ces processus

On observe avec le vieillissement un déclin de la fonction musculaire (Goodpaster et al., 2006). Des auteurs ont proposé de regrouper ces changements musculaires observés avec le vieillissement en les définissant sous le terme de sarcopénie (Cruz-Jentoft et al., 2010). Ces derniers ont divisé la sarcopénie en trois grands stades soient : la présarcopénie, la sarcopénie et la sarcopénie sévère comme détaillée au tableau 1.1 (Cruz-Jentoft et al., 2010). Ainsi, pour être classé sarcopénique sévère, la personne doit combiner des pertes au niveau de la masse musculaire, de la force musculaire et de la performance physique. Pour ces auteurs, la masse musculaire, la force musculaire et la performance physique sont les composantes de la fonction musculaire.

Tableau 1.1 – Les définitions conceptuelles de la sarcopénie selon EWGSOP, adapté de (Cruz-Jentoft et al., 2010)

Stades	Masse musculaire	Force musculaire	Performance physique
Présarcopénie	↓		
Sarcopénie	↓	↓	OU ↓
Sarcopénie sévère	↓	↓	↓

1.5 Effets du vieillissement sur les capacités fonctionnelles

1.5.1 Capacités fonctionnelles et masse musculaire

La masse musculaire est essentielle dans le maintien de l'autonomie chez les personnes âgées (Janssen et al., 2002). Son déclin augmente le risque de déficiences fonctionnelles des muscles (Ribeiro & Kehayias, 2014) et pourrait affecter la qualité de vie (Janssen et al., 2002). Plusieurs chercheurs estiment que la masse musculaire est responsable d'une part importante des incapacités motrices survenant avec l'âge (Fielding et al., 2011; Rolland & Vellas, 2009). En effet, en plus d'augmenter le risque de chute (Lynch et al., 1999), ce phénomène de perte de masse musculaire engendre plusieurs incapacités fonctionnelles, plus particulièrement chez la femme âgée, et serait une cause supplémentaire de morbidité et de mortalité chez la population âgée (Janssen et al., 2002). De ce fait, la prévalence d'incapacités fonctionnelles sur une tâche comme celle de la marche sur 400 mètres est plus marquée chez les hommes de 70 ans en moyenne ayant un indice de masse musculaire plus faible (29,6%) comparativement à ceux ayant un indice normal (16,7%). Ce phénomène est encore plus présent chez les femmes puisque la prévalence est de 46,6% comparativement à 20,2% selon les critères de classification des auteurs (Janssen et al., 2002). De plus, Rolland et ses collègues

(2009) précisent que la relation entre la masse musculaire et les performances motrices, telles que la vitesse de marche, se lever d'une chaise, marcher ou monter les escaliers semble de type curvilinéaire (figure 1.5). De ce fait, pour chaque tâche fonctionnelle, un seuil de masse musculaire peut être défini, en deçà duquel une tâche sera difficile à réaliser (Rolland & Vellas, 2009).

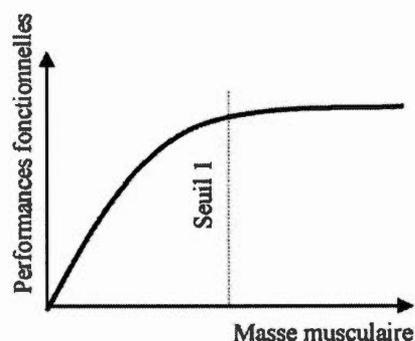


Figure 1.5 – Relations entre la masse musculaire et les performances fonctionnelles (Rolland & Vellas, 2009)

Ainsi, chez des individus âgés de 70 ans et plus, Baumgartner et collaborateurs indiquent que les individus avec une masse musculaire réduite ont de trois à quatre fois plus de chance de développer des limitations fonctionnelles, comme se lever d'une chaise, monter des escaliers, etc. (Baumgartner et al., 1998).

En 2004, Janssen et ses collègues ont défini trois seuils de quantité de masse musculaire chez la personne âgée de plus de 60 ans pour lesquels la prévalence d'apparition d'incapacités augmente progressivement, et ce tant chez l'homme que chez la femme (Janssen et al., 2004)(Tableau 1.2). Ces seuils sont appelés Indices de Masse Musculaire (IMM) et se calculent en divisant la masse musculaire totale (kg) par la taille en m² (Janssen et al., 2004).

Tableau 1.2 — Niveau de risque et prévalence d'incapacité selon l'indice de Masse Musculaire IMM, adapté de (Janssen et al., 2004)

Femme				Homme			
IMM	Degré de risque	Prévalence d'incapacité fonctionnelle	Odds Ratio	IMM	Degré de risque	Prévalence d'incapacité fonctionnelle	Odds ratio
$\leq 5,75 \text{ kg/m}^2$	Élevé	25,80%	2.98	$\leq 8,50 \text{ kg/m}^2$	Élevé	14,80%	6.96
$> 5,75 \text{ et } \leq 6,75 \text{ kg/m}^2$	Modéré	14,10%	1.37	$> 8,50 \text{ et } \leq 10,75 \text{ kg/m}^2$	Modéré	8,10%	3.49
$> 6,75 \text{ kg/m}^2$	Faible	10,80%	1.00	$> 10,75 \text{ kg/m}^2$	Faible	2,80%	1.00

Selon ces mêmes auteurs, un gain, même minime, de masse musculaire chez des individus ayant un IMM à risque élevé et modéré, peut se traduire par une augmentation significative des performances fonctionnelles (Rolland & Vellas, 2009). Par contre, cela n'est pas forcément vrai chez les personnes ayant un Indice de Masse Musculaire normal ou « non pathologique » (Rolland & Vellas, 2009). Ainsi, il semble que la quantité de masse musculaire initiale, l'âge, le sexe et l'IMC sont des modulateurs importants des bénéfices possibles sur ces capacités fonctionnelles (Rolland & Vellas, 2009). En résumé, il est admis que la faiblesse musculaire liée au vieillissement (sarcopénie) était associée à des risques accrus de perte de mobilité (Ferrucci et al., 2002; Manini et al., 2007; Ploutz-Snyder et al., 2002; Visser et al., 2005), de limitations fonctionnelles (Janssen, 2006; Reid et al., 2008), de chutes (Stalenhoef et al., 2002; Xue et al., 2011) ou de mortalité (Artero et al., 2011; A. B. Newman et al., 2006; Xue et al., 2010).

1.5.2 Capacités fonctionnelles et force musculaire

Il a récemment été démontré que l'amélioration de la force musculaire serait plus congruente que la masse dans la prévention des incapacités physiques (Barbat-Artigas et al., 2012). En effet, même si la masse musculaire semble un bon indicateur du déclin des capacités fonctionnelles, la force déclinant plus rapidement que la masse musculaire, son rôle sur le développement des incapacités fonctionnelles est devenu un questionnement central (Delmonico et al., 2009).

Plusieurs études réalisées chez des personnes âgées ont démontré une corrélation entre le déclin de la force musculaire et le déclin des capacités physiques (Brill et al., 2000; Schaap et al., 2013; Visser et al., 2005). Ainsi, une méta-analyse de Schaap et ses collaborateurs conclut qu'un faible niveau de force musculaire (membres supérieurs : préhension et membres inférieurs : extension du genou) est associé à un risque accru de déclin fonctionnel (OR=1.86) (Schaap et al., 2013). Les résultats de l'étude « Health ABC » menée chez une cohorte de plus de 2700 hommes et femmes âgés entre 70 et 79 et suivie pendant 5 ans soulignent un risque de mortalité accru de 50% chez les hommes et de 65% chez les femmes présentant une faible force musculaire. Manini et collaborateurs (2007) obtiennent des résultats similaires puisque les groupes ayant une faible force musculaire ont jusqu'à 7 fois plus de risque de mobilité restreinte et jusqu'à 1,8 fois plus de risque de mortalité (T. M. Manini et al., 2007). Rantanen *et al.* (1999) ont montré quant à eux un lien entre les risques d'incapacités physiques et la force de préhension. Par ailleurs, l'association entre la force musculaire et la vitesse de marche est curvilinéaire, d'où l'obligation d'avoir un certain niveau de force pour marcher (Sallinen et al., 2010). Il existe plusieurs moyens d'évaluer la force musculaire et ses impacts potentiels sur les capacités fonctionnelles. La force quadricipitale aurait un rôle important dans le maintien des performances motrices (Rolland & Vellas, 2009). Elle est d'ailleurs considérée comme un des meilleurs indicateurs de la perte de capacités fonctionnelles. (S. Barbat-Artigas et al., 2012; Anne B. Newman et al., 2006; Visser et al., 2005). Bien que la force des membres

inférieurs soit habituellement l'indice le plus fiable de la force musculaire d'une personne, il a été démontré que le test de préhension (*hand grip*) est également fiable et valide (Lauretani Fulvio, 2003). Barbat-Artigas et al. (2012) rapportent que la force de préhension serait un meilleur prédicteur de la force générale chez les hommes, mais pas chez les femmes (chez qui ce serait la force du quadriceps). Sallinen, Stenholm et al. ont établi un seuil de force musculaire (calculé avec le test de force de préhension) en fonction de l'IMC prédisant les risques de limitation de la mobilité pour les hommes et les femmes (Sallinen et al., 2010). Ainsi, les risques de limitations de la mobilité seraient sous les seuils de 323,4 N pour les hommes de poids normal, de 382,2 N pour les hommes en surpoids et de 392 N pour les hommes obèses. Néanmoins, chez les femmes, un seul seuil de 205,8 N serait prédicteur. Sous ces seuils, les auteurs montrent des risques de limitation de la mobilité allant de 10 à 40% (Sallinen et al., 2010). Nous pouvons également souligner que la diminution de force de préhension a un impact sur la vitesse de marche (Buchner et al., 1996). En effet, Bassey et al. (1988) ont montré une corrélation négative entre la perte de force de préhension et la vitesse de marche chez des hommes et femmes âgés. Cependant, dans une étude auprès de 474 femmes âgées, Scaap et al. ont constaté qu'une force de préhension en dessous de 11 kg n'était pas associée au développement de difficultés de mobilité (Schaap et al., 2013).

En conclusion, à travers cette revue de littérature, la diminution de la masse et de la force musculaire avec l'âge augmente de façon significative les risques de déclin des capacités fonctionnelles et, par conséquent, le déclin de l'autonomie.

1.6 Blessures

Les changements musculaires liés au vieillissement normal peuvent mener à des événements indésirables tels que des blessures mineures. Une fracture (à l'exception de celle de la hanche), une entorse, une commotion, une plaie ou une contusion sont définies comme étant une blessure mineure (Sirois et al., 2013). Or, ces blessures mineures sont suffisamment graves pour limiter leur mobilité et leurs activités quotidiennes et sont associées à un déclin fonctionnel chez une personne sur cinq seulement 6 mois après la blessure (Sirois et al., 2013).

1.6.1 Services d'urgence

Aux États-Unis, le nombre de personnes âgées consultant les départements d'urgence des hôpitaux a augmenté de 24.5% entre 2001 et 2009. Dans la majorité des cas, ces personnes sont blessées légèrement, ce qui ne nécessite aucune hospitalisation. Ils sont donc retournés chez eux sans suivi particulier. Or, le taux de réadmissions après les visites aux départements d'urgences ont aussi augmenté de 2 à 4% (Carpenter, 2013). Par conséquent, ce nombre élevé de visites et de réadmissions dans notre système de santé chez cette population âgée requiert beaucoup de temps et d'argent (Shapiro et al., 2001). En effet, le coût d'une chute (première cause de blessure mineure chez les aînés) qui nécessite des soins (consultation, chirurgie, hospitalisation, médicaments, réadaptation, déplacement, équipement, modifications de l'environnement, etc.) se situe entre 12 000 \$ et 15 000 \$.

Le Canada n'échappe pas à ce phénomène puisque les personnes âgées présentent un taux d'utilisation des urgences beaucoup plus élevé que le reste de la population. En effet, on compte 44 043 visites à l'urgence pour 100 000 personnes âgées de 65 ans ou plus contre 29 485 pour 100 000 personnes de 20 à 64 ans (Institut Canadien D'information Sur La Santé (Icis), 2011). De récentes études ont démontré que les personnes âgées comptent pour 18 à 20% de toutes les

visites à l'urgence (Lee et al., 2001). Ces événements indésirables ont des conséquences importantes, notamment celle de limiter la mobilité et les capacités fonctionnelles de ces personnes réduisant ainsi leur niveau d'autonomie dans l'accomplissement de leurs AVQ (Sirois et al., 2013). Ces traumatismes de diverses envergures ont non seulement un impact dans la vie des personnes qui en sont victimes, mais induisent également un fardeau sur le système de santé publique. En effet, une grande proportion des personnes âgées nécessite des ressources médicales en raison de ces chutes ou autres incidents causant des blessures mineures. Plusieurs d'entre elles requièrent une hospitalisation ou une période de réadaptation prolongée (Shapiro et al., 2001). Bien que 58% à 65% de ces personnes blessées aient recours aux urgences 48 heures après leur blessure, seulement 21% à 35% d'entre elles sont jugées suffisamment blessées pour être hospitalisées. Le reste de ces personnes (65 à 79%) reçoivent leur congé et retournent à domicile souvent avec des limitations au niveau de leur mobilité (Sirois et al., 2013).

Or, les blessures mineures traitées aux urgences comme les fractures (31%), les plaies ouvertes (20%) et superficielles (24%), les entorses et les contusions (24%) ont été associées à un déclin fonctionnel de 16 à 33% chez les personnes âgées autonomes de trois à six mois suivant la blessure (Sirois et al., 2013). Une des explications est que pendant leur convalescence, cette population adopte des comportements sédentaires. Parmi cette population vulnérable, il est important de noter que les personnes âgées préfragiles (33%) ou fragiles (11%) sont dix fois plus à risque de déclin fonctionnel que les non fragiles (56%) avant leur visite aux urgences (Sirois et al., 2013).

D'ailleurs, d'autres chercheurs ont aussi démontré le risque d'un tel déclin à la suite d'une visite aux urgences. En effet, en 2001, Shapiro et ses collègues ont suivi 88 patients âgés en moyenne de 75 ans sur une période de 3 mois suite à leur

visite aux urgences. Les principales blessures rencontrées étaient des contusions, des fractures et des lacérations. Or, 6,8% et 22.7% des patients ont vu leur score baisser dans la capacité à exécuter les AVQ et AIVQ respectivement (Shapiro et al., 2001). D'ailleurs, il est important de noter que ces évènements créent une spirale descendante vers la perte d'autonomie. En effet, leurs capacités fonctionnelles vont diminuer augmentant alors leur peur de se blesser à nouveau menant à adopter un mode de vie sédentaire ce qui entraîne à son tour une diminution de la fonction musculaire, de leurs capacités fonctionnelles et au bout de la chaîne, diminue leur autonomie.

Enfin, la prise en charge pluridisciplinaire, quotidienne et répétitive causée par les réadmissions aux urgences des personnes âgées suites aux conséquences d'une blessure mineure crée donc un fort impact monétaire et sociétal, ce qui en fait un fardeau socioéconomique. Ce fardeau ne fera que croître puisque le nombre de personnes âgées de 65 ans et plus augmente.

Intéressons-nous maintenant à la question des hospitalisations et de ses coûts financiers qui sont, par conséquent, directement en lien avec la perte d'autonomie de la population âgée.

1.6.2 Hospitalisations, conséquences et coûts

Tout d'abord, en 2009-2010, les Canadiens de 65 ans ou plus représentaient 40% des séjours dans les hôpitaux de soins de courte durée, alors qu'ils ne comptaient que pour 14% de la population. De plus, la durée d'hospitalisation des aînées était 1,5 fois plus longue que celle des jeunes adultes soit 9 *contre* 6 jours respectivement (Institut Canadien D'information Sur La Santé (Iciss), 2011). De surcroît, 95% des personnes prises en charge par les établissements de soins en

hébergement et 85% des personnes recevant des soins de longue durée en milieu hospitalier étaient âgées de 65 ans ou plus. Dans l'ensemble du pays, près d'un million de Canadiens reçoivent des services à domicile et la majorité d'entre eux (82%) sont âgés de 65 ans ou plus (Institut Canadien D'information Sur La Santé (Icis), 2011).

Cette utilisation accrue des services (que ce soit des hospitalisations courtes ou des prises en charge par les établissements de soins en hébergement) exige une importante quantité de ressources, engendrant ainsi des dépenses importantes de santé pour les gouvernements provinciaux et territoriaux (Institut Canadien D'information Sur La Santé (Icis), 2011). Ainsi, au Québec, au cours de l'année 2006-2007, les personnes de 75 ans et plus, qui représentent 6,4% de la population, comptent pour 23,2% des hospitalisations et pour 37% des journées d'hospitalisations en soins de courte durée (Gouvernement Du Québec, 2011). Le fait que les personnes âgées sont de plus en plus nombreuses et plus vulnérables aux blessures en raison de leurs problèmes de santé et des effets négatifs du vieillissement, notamment le déclin de la fonction musculaire, augmente considérablement les coûts au niveau des services de santé (Arcand-Hébert, 2007).

Les changements physiques au cours du vieillissement doivent conséquemment être pris au sérieux afin de minimiser les coûts de leur prise en charge. Grâce à l'activité physique, il est possible de contribuer à la prévention des chutes et de la perte de mobilité et ainsi réduire les coûts monétaires en santé publique dans les années à venir.

1.7 Alitement et sédentarité

Les personnes âgées sont souvent contraintes à l'alitement pendant et après une hospitalisation et ses effets ont été peu étudiés, car il est éthiquement difficile d'envisager une telle intervention au sein de cette population encore en santé (Rolland & Vellas, 2009). Toutefois, en 2008, Kortebein et ses collègues ont alité, pendant 10 jours, 12 personnes âgées en santé (6 hommes et 6 femmes âgés de 60 à 85 ans) afin de vérifier ses impacts au niveau de la composition corporelle et des performances physiques. Ils concluent qu'un alitement de 10 jours est associé à une perte de 1 kg de masse musculaire, à une diminution de 16% de la force musculaire des extenseurs du genou (Kortebein et al., 2007). Cependant, aucun changement significatif sur les performances physiques (selon le test Short Physical Performance Battery ou SPPB) n'a été noté. Il faut mentionner que le SPPB est reconnu pour ne pas être sensible aux changements chez des personnes ayant un bon score préalablement et sur un temps court comme c'était le cas dans cette étude (Kortebein et al., 2008).

Bloomfield a elle aussi trouvé des résultats similaires puisqu'ils ont constaté une diminution de 6 à 40% de la force musculaire suite à un alitement de 4 à 6 semaines chez des personnes âgées préalablement en santé (Bloomfield, 1997).

Dans le même ordre d'idées, Gill et ses collègues, en 2004, concluent que le nombre de mois d'alitement est significativement associé au déclin de divers facteurs fonctionnels (AIVQ, mobilité, activité physique et activité sociale) (Gill et al., 2004). Pour autant, parallèlement à l'alitement, la sédentarité a des conséquences aussi néfastes. Malgré les effets négatifs et connus d'un tel comportement, 60% des personnes âgées sont considérées comme étant sédentaires (Van Der Ploeg et al., 2013).

Définition de la sédentarité

Tout d'abord, il est important de préciser que la sédentarité et l'inactivité physique, bien que souvent utilisées comme des synonymes, sont deux comportements bien différents (Biddle, 2007). Ainsi, le comportement sédentaire doit être compris comme faisant référence à une activité qui n'augmente pas significativement la dépense énergétique au-dessus du rythme métabolique de base (RMB) (Pate et al., 2008). On utilise les METs (Metabolic Equivalent Table) comme moyen pour classer la dépense énergétique d'une activité. Un MET représente le coût énergétique du métabolisme au repos qui est, la quantité d'oxygène consommée au repos, soit 3,5 ml d'oxygène/kg/min (Jetté et al., 1990). Donc, plus une activité est intense, plus sa demande d'oxygène en METs ou en millilitre, la demande sera élevée. Un comportement sédentaire comprend des activités qui engendrent une dépense énergétique ≤ 1.5 METs (Pate et al., 2008) telles que dormir, être assis, être couché, regarder la télévision (Pate et al., 2008; Sedentary Behaviour Research, 2012). En comparaison, la dépense énergétique d'une activité physique légère telle que marcher lentement, écrire, faire à manger ou faire la vaisselle, se situe entre 1.5 et 2.9 METs. Cependant, selon Mansoubi et al. (2015); il faut faire attention puisque des activités comme jouer à des jeux vidéo peuvent engendrer une dépense énergétique jusqu'à 4.5 METs et être classé comme étant un comportement non sédentaire. À l'inverse, des activités exécutées debout peuvent engendrer une dépense énergétique sous la barre des 1.5 METs et être classées comme un comportement sédentaire (Mansoubi et al., 2015). De plus, les activités qui engendrent une dépense énergétique entre 3 et 6 METs ou supérieures à 6 METs sont classées comme étant modérées et vigoureuses respectivement (Haskell et al., 2007). De ce fait, le comportement sédentaire n'est pas simplement l'échec à répondre aux critères d'activité physique modérée à vigoureuse, mais plutôt à un comportement bien distinct d'un manque d'activité physique (Tremblay et al., 2010). Néanmoins, il demeure difficile de tracer une ligne définissant clairement ce qu'est une personne sédentaire. Une personne peut faire des activités d'intensité modérée à vigoureuse durant 1 à 2 heures pour ensuite avoir des comportements sédentaires le reste de la journée. Inversement, une personne peut ne pas atteindre le niveau recommandé d'activité physique de

150 minutes d'exercices aérobiques d'intensité modérée ou 75 minutes d'intensité vigoureuse dans une semaine (« Recommandations mondiales en matière d'activité physique pour la santé », 2010, *OMS*) sans pour autant avoir des comportements sédentaires. L'inactivité physique, quant à elle, est définie comme étant le manque ou l'absence de pratique régulière d'activité physique à intensité modérée ou vigoureuse (Sedentary Behaviour Research, 2012). Elle concerne tous les individus qui n'atteignent pas les recommandations en matière d'activités physiques à intensité modérée ou vigoureuse. Du point de vue de l'OMS, une personne est considérée comme étant inactive lorsqu'elle ne parvient pas à pratiquer l'AP minimale recommandée, c'est-à-dire, pour les adultes, 150 minutes d'exercices aérobiques d'intensité modérée ou 75 minutes d'intensité vigoureuse par semaine, soit une combinaison équivalente des deux (Geriatric Nursing, 2007). Ainsi, l'inactivité et la sédentarité ont des effets différents et indépendants au niveau de la santé et devraient être considérées comme deux notions distinctes (Tremblay et al., 2010).

Prévalence de la sédentarité et de l'inactivité chez la personne âgée

En 2013, Harvey et ses collègues ont conclu à travers une revue de la littérature incluant 23 articles issus de 7 pays (Australie, Canada, Japon, Norvège, Espagne, Angleterre et les États-Unis) que 58,9% des personnes de 60 ans et plus rapportent être assises 4 heures ou plus dans une même journée, 26,6% plus de 6 heures et 5% au moins 10 heures par jour (Harvey et al., 2013). De plus, une étude nord-américaine rapporte que 30,7% des personnes âgées passeraient la moitié de leur journée assise et que 6,4% d'entre elles seraient assises toute la journée (Katzmarzyk et al., 2009).

Selon Statistique Canada, en 2014, 52,3% des personnes âgées de 65 ans et plus seraient inactives (Statistique Canada, 2014). Il faut clarifier ici que Statistique

Canada (2014), comme dans le modèle de Pate et al. (2008), a classé les répondants comme étant inactifs lorsque leur activité était de moins de 1,5 kcal/kg/jour.

Causes et effets de la sédentarité et de l'inactivité sur la santé

Malgré les conséquences connues d'un tel comportement, 52% de la population âgée est tout de même sédentaire (Tremblay et al., 2010). Les barrières à la pratique de l'activité physique les plus souvent mentionnées par les aînés sont la peur de tomber (Bruce et al., 2002; Lees et al., 2005), une mauvaise perception de leur santé (Schutzer & Graves, 2004) et qu'ils n'avaient pas l'habitude de pratiquer une activité physique durant leur jeunesse (Aslan et al., 2008). Ainsi, la peur de chuter empêcherait jusqu'à 30% des aînés à pratiquer une activité physique (Bruce et al., 2002). Il faut mentionner que cette peur survient habituellement après une chute, mais qu'elle est aussi présente chez ceux n'ayant pas un tel historique (B. J. Vellas et al., 1997). On peut comprendre que cette barrière affecte une grande partie de la population âgée puisque 75% des blessures mineures chez les personnes âgées sont dues à des chutes (Sirois et al., 2013) et que des problèmes de mobilité sont observés chez les personnes âgées ayant subi une ou plusieurs chutes dans les dernières années (B. J. Vellas et al., 1997). Ces incidents auraient alors un impact direct sur le niveau de confiance de ces personnes, ce qui, par conséquent, diminuerait leurs sorties extérieures ainsi que leurs activités physiques en général (Lees et al., 2005). Il est alors important pour ces anciens chuteurs, surtout chez les personnes âgées, de bénéficier d'un accompagnement ou programme d'activité physique adapté afin de leur permettre un retour graduel à la pratique de l'activité physique en toute confiance et en sécurité (B. J. Vellas et al., 1997). On peut aussi ajouter à la liste des barrières à la pratique de l'activité physique la contrainte de temps, la motivation, et ce suite à une visite à l'hôpital (Hill et al., 2011), l'absence de soutien social et l'inconfort provoqué par l'activité physique (Aslan et al., 2008; Lees et al., 2005; Schutzer & Graves, 2004).

En 2012, Charansonney a construit un modèle expliquant les conséquences d'un mode de vie sédentaire sur l'espérance de vie (figure 1.6). Dans ce modèle, le faible niveau d'activité physique et le fort niveau d'activité sédentaire favorisent le déconditionnement et la diminution de la capacité cardiorespiratoire maximale, ce qui diminue l'espérance de vie en santé (Charansonney, 2012).

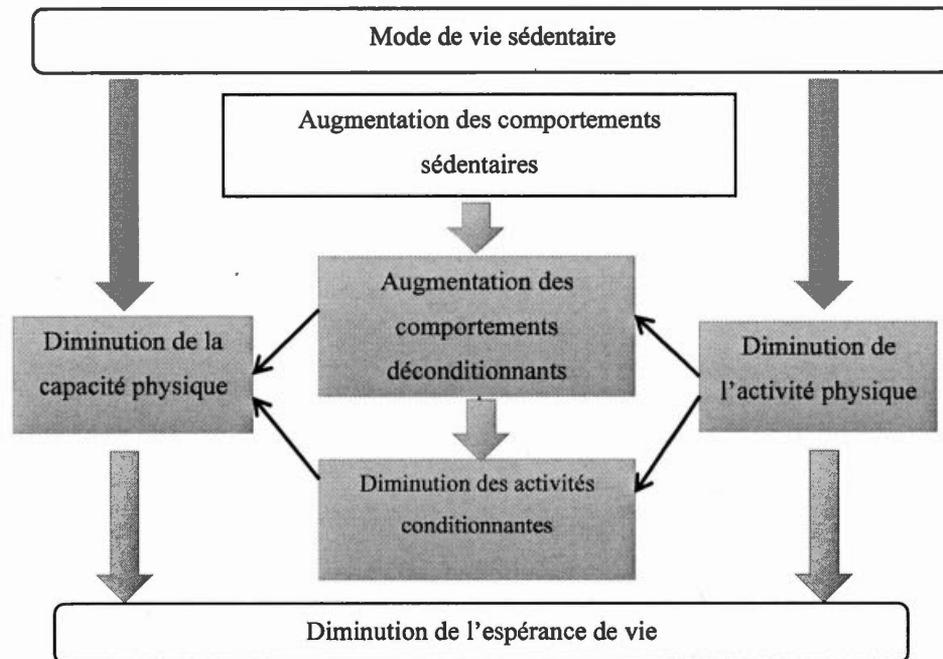


Figure 1.6 - Mode de vie sédentaire. Impact sur l'activité physique, la capacité physique et la mortalité (adaptée de Charansonney (2012))

Néanmoins, malgré les connaissances des conséquences de la sédentarité et de l'inactivité sur notre santé, seulement 13% des personnes âgées de 60 ans et plus respecteraient les normes établies par la Société canadienne de physiologie de l'exercice en termes de pratique d'activité physique (figure 1.7).

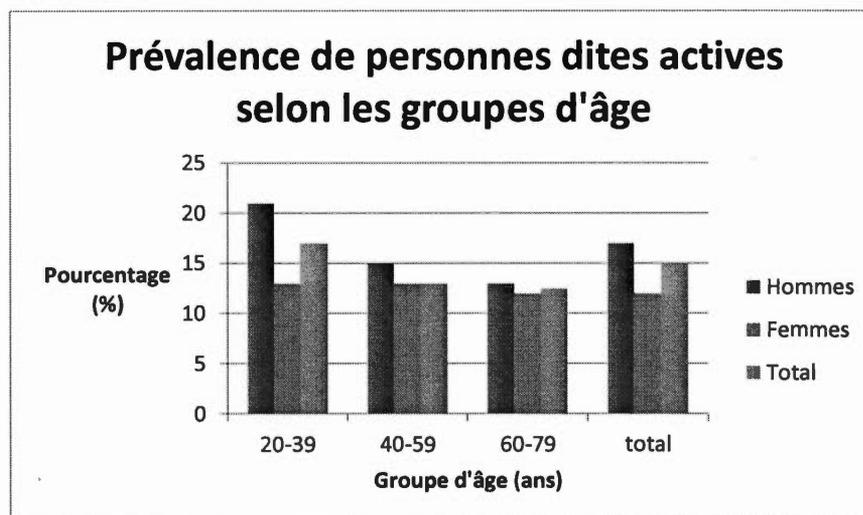


Figure 1.7 - Pratique d'une activité physique durant les loisirs, selon l'âge et selon le sexe (Statistique Canada, 2010)

Selon une enquête menée par l'Institut de la statistique du Québec, menée entre 1993 et 1998, le pourcentage d'hommes âgés de 65 et plus pratiquant de l'activité physique trois fois par semaine a diminué de 5%, passant de 37.6% à 32.8%, alors que la proportion d'hommes classés sédentaires est passée de 36.7% à 41.8%, soit une augmentation de 5% (Institut De La Statistique Du Québec, 1998). Ce phénomène est semblable chez les femmes de 65 ans et plus.

Somme toute, malgré les bienfaits de l'exercice avec l'avancée en âge, l'activité physique fait malheureusement peu partie de la routine des personnes âgées et cela encore moins après une blessure mineure. Trouver des moyens pour augmenter la pratique de l'activité physique chez cette population devient alors un objectif important (Jette et al., 1998).

1.8 Activité physique

Face au vieillissement prévisible et inévitable de la population (Organisation Mondiale De La Santé (Oms), 2012), l'intérêt de l'activité physique et de ses bienfaits pour contrer le vieillissement est grandissant. En effet, nous avons expliqué précédemment les conséquences du vieillissement sur les fonctions musculaires et la capacité à exécuter les tâches de la vie quotidienne (Hughes et al., 2001). Ainsi, la pratique régulière d'une activité physique permet à elle seule de limiter ou de réduire l'impact du vieillissement en agissant notamment sur la fonction musculaire et les capacités fonctionnelles (amélioration de 7% aux scores des capacités fonctionnelles; (Liston et al., 2014)). De plus, il a été observé que l'activité physique avait un effet antidépresseur et améliorait les sphères émotionnelles, cognitives et sociales des personnes âgées (Taylor et al., 2004). De ce fait, l'activité physique serait un des moyens les plus efficaces et prometteurs pour faire face aux conséquences physiques du vieillissement (Pahor et al., 2014). Dans l'étude LIFE, incluant 424 participants, le groupe en activité physique (AP) a significativement augmenté son score au SPPB et sa vitesse de marche par rapport au groupe témoin, passant de 7.5 à 8.7 après 6 mois, à 8.5 après un an (Pahor, 2006). De plus, Cesari et ses collègues ont observé que l'intervention en AP de l'étude LIFE a diminué significativement la prévalence de la fragilité ainsi que le nombre de critères de fragilité présents respectivement (-13.0% contre -3.9%; -0.48 contre -0.21), comparativement au groupe témoin (Cesari et al., 2015). D'autre part, la pratique régulière d'exercices en résistance est fortement associée à une augmentation de la masse et de la force musculaires (Taylor et al., 2004), une amélioration qui pourrait même être plus importante chez la population âgée que chez les jeunes adultes (Rogers & Evans, 1993). La pratique d'activité physique en résistance pourrait alors minimiser les effets négatifs de la perte de fonction musculaire. L'entraînement en résistance a des effets positifs sur la force musculaire chez des personnes âgées (Hunter et al., 2004). Les personnes âgées en moyenne de 60 ans ont augmenté leur force musculaire de 41% avec 3 séances d'entraînement en résistance par semaine pendant 13 semaines (Menkes et al.,

1993). Une augmentation de 60% de la force musculaire a été observée dans une étude auprès de femmes âgées de 69 ans de moyenne au cours d'un programme d'entraînement en résistance d'une durée de 12 semaines; 3 fois par semaine (Charette et al., 1991). Les participants d'une étude d'une durée de 42 semaines ont augmenté leur force musculaire de 67% avec un entraînement en résistance 2 fois par semaine (Mccartney et al., 1995). Une étude faite chez des femmes âgées de 69 ans en moyenne a démontré une augmentation de la force musculaire de 29% au développé couché et de 19% des membres inférieurs au cours d'un entraînement en résistance de trois fois par semaine pour 52 semaines (Rhodes et al., 2000). On constate rapidement que les résultats montrent, sans aucun doute, les effets positifs d'un entraînement en résistance sur la force musculaire des personnes âgées. Il est à noter que l'augmentation de la force brute (en valeur absolue) avec un entraînement en résistance est moindre chez les sujets âgés que chez une population jeune, mais identique lorsqu'exprimée en relatif (en fonction de leur masse musculaire) (Rolland & Vellas, 2009).

Néanmoins, il faut mentionner que même les sujets âgés pratiquant de l'activité physique en résistance présentent, avec le temps, une diminution progressive, mais beaucoup moins importante de leur masse et de leur force musculaires (Rolland & Vellas, 2009).

1.8.1 Intervention d'activité physique communautaire

Au Québec, il existe plusieurs programmes venant en aide aux personnes âgées. Ces programmes ont pour but de les garder actives, de leur enseigner de saines habitudes de vie ainsi que de prévenir les chutes. À titre d'exemple, le programme intégré d'équilibre dynamique (PIED), animé par un professionnel de la santé, est offert gratuitement aux personnes de 65 ans et plus et vise à améliorer l'équilibre, la force des jambes, la flexibilité et la capacité à se relever du sol. Ce programme

est composé de trois volets : exercices physiques en groupe, exercices à domicile et capsules de prévention (Fadoq-Québec, 2017). Une autre initiative est le programme VIACTIVE, créé par Kino-Québec en 1988, qui propose de faire bouger gratuitement et en toute sécurité les aînés de 50 ans et plus (Fadoq-Québec, 2017). Plusieurs groupes VIACTIVE intègrent le vélo, la marche et la randonnée à leur programmation. De façon plus globale, le plan d'action « vieillir et vivre ensemble » privilégie le financement d'actions qui profiteront aux aînés et cherche à accompagner et encadrer les personnes âgées au quotidien en développant des actions de soutien afin qu'elles puissent bien vieillir chez elles et dans leur communauté (Gouvernement Du Québec, 2012). Ce plan d'action prévoit offrir dans chaque région du Québec des services adaptés et conçus pour améliorer la qualité de vie des aînés. Tous ces programmes ou plans d'action subventionnés par le gouvernement ont pour but d'améliorer la qualité de vie des aînés, de permettre aux aînés de rester chez eux le plus longtemps possible en toute sécurité et, par le fait même, de diminuer leurs besoins en termes de prise en charge médicale. En 2016-2017, le soutien accordé aux aînés aura augmenté de 26% par rapport au soutien actuel (Gouvernement Du Québec, 2012).

Finalement, on retrouve aussi, dans la communauté, des cours de groupe destinés aux personnes âgées dans les centres communautaires comme l'Institut de cardiologie de Montréal, le centre Claude Robillard ou dans les YMCA, par exemple. Toutes ces interventions de groupes supervisés par des professionnels de l'activité physique dans la communauté sont efficaces pour induire des effets bénéfiques sur la santé des personnes âgées (Barnett et al., 2003; Campbell et al., 2005; Clemson et al., 2004; Pang et al., 2005). Cependant, ces programmes demandent beaucoup de ressources (location d'un local, payer un instructeur), demandent beaucoup de temps (horaires prédéterminés) et du transport (déplacement vers les installations) ce qui peut ne pas être adapté pour une clientèle âgée, surtout après une blessure mineure (Mehra et al., 2016; Rimmer et

al., 2008). Ces barrières nuisent à l'adhérence et par le fait même, limitent les bienfaits (Dishman & Chubb, 1990; Stiggelbout et al., 2004).

1.8.2 Intervention d'activité physique à domicile

De plus en plus d'études mettent de l'avant l'importance des programmes d'activité physique à domicile. En effet, certaines personnes âgées parviennent difficilement à se mobiliser, se déplacent moins et ont tendance à rester chez elles, ce qui favorise les comportements sédentaires. Les programmes d'activité physique à domicile semblent donc être une alternative intéressante afin de contrer la barrière du déplacement et ce déconditionnement. D'ailleurs, certaines personnes âgées déclarent aimer mieux les programmes d'activité physique à domicile que ceux en groupes (Karvinen et al., 2007).

Aux États-Unis, même si l'entraînement en groupe est le type d'entraînement le plus populaire, plusieurs Américains décident de s'entraîner à domicile (Dishman & Sallis, 1994). Ce mode d'activité physique est particulièrement intéressant pour la population âgée puisqu'il contre les principales barrières nommées par les aînés relativement à la pratique d'exercices réguliers (Dishman & Sallis, 1994; Jette et al., 1998). Par ailleurs, les taux d'adhésion aux programmes à domicile semblent être supérieurs à ceux dans les centres, surtout à long terme (Ashworth et al., 2005). Une étude réalisée par Jette et ses collègues (1998) a observé, lors d'un programme de 26 semaines à domicile, que le taux de participation était de 93% et que 76% de l'échantillon ont complété 90% des séances (Jette et al., 1998). De plus, Liu-Ambrose et ses collègues (2008), ont démontré que le Otago exercise program (OEP), un programme d'exercice à domicile créé pour prévenir les chutes comprenant des exercices de renforcement musculaire des membres inférieurs, d'équilibre et un programme de marche, a réduit la fréquence de chutes de 47% chez le groupe intervention (Liu-Ambrose et al., 2008). D'autre part,

Campbell et ses collègues (1997) rapportent qu'après 12 mois d'intervention, le groupe contrôle a enregistré 152 chutes contre 88 pour le groupe OEP (Campbell et al., 1997). Cependant, malgré son efficacité, un tel encadrement demande des moyens logistiques et humains importants limitant ainsi le nombre de personnes pouvant être pris en charge. L'absence de supervision et de sentiment de sécurité lors de la pratique seule d'un programme d'activité physique à domicile s'avère être des limites de ce type d'intervention (Mehra et al., 2016). Aussi, la présence d'un professionnel de la santé (kinésologue) chez le participant s'avère à court, moyen et long terme très coûteux et logistiquement très compliqué. Ainsi, les avancées technologiques pourraient être des alternatives pouvant renforcer l'adhésion et le suivi des programmes d'activité à domicile tout en diminuant l'importance de la présence d'un professionnel. Les gérontechnologies font appel à la technologie pour augmenter la qualité de vie chez des personnes âgées (Van Bronswijk et al., 2009).

1.8.3 Usage des gérontechnologies

La gérontechnologie a vu le jour dans les années 1990 suite à deux tendances mondiales : le vieillissement de la population et la montée rapide des technologies à la fin du 20^e siècle (Van Bronswijk et al., 2009). La gérontechnologie est alors le rassemblement de ces deux domaines afin de combler un besoin relatif au vieillissement ou à l'amélioration de la qualité de vie des personnes âgées (Van Bronswijk et al., 2002; Van Bronswijk et al., 2009). On retrouve les gérontechnologies dans plusieurs sphères de la vie quotidienne comme au niveau de la sécurité, la santé, la prévention et de l'activité physique.

Les jeux vidéo qui incorporent de l'activité physique sont inclus dans les gérontechnologies et pourraient être une solution utile pour faire bouger les personnes âgées. Le terme « exergaming » est utilisé pour désigner l'utilisation

des jeux vidéo dans l'activité physique (Sinclair et al., 2007). La notion d'exergaming a vu le jour au milieu des années 2006 avec la sortie des manettes capteurs de mouvement de la Nintendo Wii (Sinclair et al., 2007). Ainsi en 2010, Saposnik et ses collègues ont évalué l'efficacité, la sécurité et la faisabilité de la technologie de Nintendo Virtual Reality Wii (VRWii) au niveau de la réhabilitation des victimes d'accident vasculaire cérébrale. En plus d'améliorer significativement leur score au Wolf Motor Function Test (comprenant 15 tâches chronométrées et 2 tâches de forces), Saposnik et ses collègues concluent que la technologie VRWii est sécuritaire et faisable dans des critères prédéterminés (Saposnik et al., 2010). Cette technologie a depuis fait naître plusieurs outils ou programmes utilisant ce concept dans le domaine de la réhabilitation (Lange et al., 2011).

Même si ces manettes semblaient prometteuses, elles se sont avérées ne pas être assez sensibles aux mouvements, en plus de ne pas permettre d'imiter un mouvement complet ou naturel (Lange et al., 2011). Entre temps, des plateformes de forces interactives et les capteurs de mouvements comme la Nintendo Wii, la Wii Fit et la Kinect de Microsoft ont fait leur apparition sur le marché et ont fait l'objet d'études.

Ainsi, en 2012, Esculier et ses collègues ont cherché à évaluer les effets d'un programme d'entraînement en équilibre à domicile, par l'intermédiaire de la Wii Fit (et de sa planche d'équilibre), chez 10 sujets atteints de la maladie de Parkinson et 8 sujets sains (Esculier et al., 2012). Après 6 semaines d'intervention en activité physique via la plateforme Wii Fit, le groupe atteint du Parkinson a amélioré sa vitesse de marche sur dix mètres, son temps pour compléter le TUG et son équilibre unipodal et le groupe de sujets sains a amélioré leur temps pour compléter le TUG, le sit-to-stand ainsi que leur équilibre (Esculier et al., 2012).

D'autres auteurs ont observé la faisabilité et l'efficacité d'un entraînement axé sur l'équilibre utilisant la Nintendo Wii® auprès de 30 personnes victimes d'un AVC (Accident Vasculaire Cérébral) depuis moins d'un mois et âgées en moyenne de 63 ans (Bower et al., 2014). Les auteurs ont observé des améliorations significatives au niveau de la marche, de l'équilibre ou encore des capacités fonctionnelles. De plus, 90% des participants ont trouvé son utilisation facile (Bower et al., 2014). En ce qui concerne la « Wii Balance Board » (WBB), cette dernière présente une excellente fiabilité et une excellente validité dans l'évaluation clinique de l'équilibre (Clark et al., 2010). D'autre part, une étude incluant 12 participants âgés de plus de 70 ans et utilisant la Wii Fit (trois fois par semaine pendant 3 semaines) a observé un taux de participation de 100% des séances et une amélioration significative du score au Berg Balance Scale (Bieryla & Dold, 2013).

À la lumière de la multitude d'études utilisant la technologie (Bower et al., 2014; Chang et al., 2012; Clark et al., 2010; Esculier et al., 2012; Lange et al., 2011; Saposnik et al., 2010), les gérontechnologies peuvent être considérées comme un moyen prometteur et potentiellement efficace pour prévenir la perte d'autonomie et de la qualité de vie des personnes âgées.

Cependant, ces technologies posent problème puisqu'elles ne permettent pas la personnalisation des exercices sans la présence d'un entraîneur. En effet, aucun recueil de données n'est offert par ces technologies ce qui rend difficile l'ajustement progressif des exercices sans la présence d'un entraîneur. Pour voir la progression des participants utilisant ces technologies, un entraîneur doit être présent lors de la séance pour constater les progrès, car aucune donnée n'est enregistrée par ces technologies. La présence d'un entraîneur dans chaque domicile dans le contexte actuel des personnes âgées après une blessure mineure

(nombre) rend le tout logistiquement compliqué. Or, les personnes âgées pourraient s'empêcher de pratiquer une activité physique lorsqu'elles sont incertaines quant à la concordance d'un programme d'exercices avec leurs besoins (Allender et al., 2006). De plus, toutes ces technologies ne disposent d'aucune rétroaction pendant l'exercice. L'importance d'intégrer des rétroactions automatisées est soulevée par Lamoth et al. (2012) qui ont démontré que les personnes âgées pouvaient effectivement en tirer profit, mais que ces technologies comportaient aussi des lacunes. En effet, l'auto-efficacité est connue comme un fort prédicteur de la conformité à l'exercice chez les personnes âgées et est reconnue comme un facteur contribuant à la motivation (Allender et al., 2006). Étant donné que la progression progressive de l'activité est reconnue comme un facteur contribuant à la motivation à la pratique de l'activité chez les personnes âgées (Allender et al., 2006) et que ces technologies permettent difficilement la personnalisation des exercices sans la présence d'un entraîneur représentent une limite de l'utilisation de ces technologies émergentes à grande échelle chez cette population. C'est aussi le cas avec le manque du sentiment de sécurité grâce aux rétroactions (Allender et al., 2006).

1.8.4 La technologie Jintronix

Dans le cadre du laboratoire de Dr Aubertin-Leheudre, nous allons utiliser un outil appelé Jintronix. Jintronix est un logiciel qui permet de créer un programme d'activité physique adapté à l'aide d'une banque d'exercices et d'activités pré enregistrés et qui pourrait être utile dans le maintien de l'autonomie d'une clientèle comme les aînés. Ce système fonctionne à l'aide de la Kinect de Microsoft, qui est un capteur de mouvement, et qui permet à l'utilisateur d'avoir une interaction entre le jeu vidéo et son corps au complet sans avoir à tenir aucun instrument. Grâce à un téléviseur ou à un écran d'ordinateur, les utilisateurs sont guidés avec des signaux visuels et auditifs continus, tout en effectuant des exercices puisque le système Jintronix® fournit des rétroactions en direct,

permettant à l'utilisateur de corriger les mouvements, d'améliorer les performances et de progresser à des niveaux plus élevés. Cette technologie fournit également des rétroactions sur la quantité et la qualité des mouvements effectués par les utilisateurs au clinicien ce qui lui permet de faire un suivi d'adhérence et d'adéquation à distance.

Une étude pilote menée avec le système Jintronix (une heure par session; trois fois par semaine; 12 semaines; à domicile) a démontré la faisabilité du système avec un taux d'adhérence de 99% (Lauzé et al., 2016). De plus, cette étude pilote a démontré une possible efficacité par une amélioration significative de la vitesse de marche par rapport au groupe contrôle (+0.25m/s *contre* +0.05m/s) (Martel et al., 2016). Ces résultats sont très encourageants, mais le système était pilote et ne présentait pas de groupe interventionnel comparatif. De plus, une étude faite dans une résidence de personnes âgées aux États-Unis menée avec le système Jintronix (30 minutes par session; deux fois par semaine; 4 semaines) a démontré une amélioration significative du score SPPB total (+0.6 point/12; $p=0.04$) ainsi que de la vitesse de marche (+0.06m/s; $p=0.04$). Aussi, les 12 participants de cette étude ont complété 86.3% des sessions demandées (Valiani et al., 2016).

De ce fait, le projet présenté ici est la continuité de ce projet pilote intitulé : Feasibility, acceptability and effects of a home-base exercise program using a gerontechnology in community-living older adults after a minor injury (Lauzé et al., 2016) et vise à confirmer sa faisabilité, mais surtout à tester et à comparer son efficacité par rapport à un programme d'activité physique dit traditionnel.

CHAPITRE II

MÉTHODOLOGIE

2.1 Introduction

Ce projet de recherche a été réalisé à l'aide d'une recherche interventionnelle randomisée en trois groupes : un groupe intervention individuelle à domicile utilisant la gérontechnologie Jintronix (HEPtech), 1 groupe intervention en groupe dans un centre d'entraînement communautaire YMCA (YMCA) et 1 groupe contrôle sans aucune intervention (CON).

Ce projet est multicentrique : 1) CHU de l'Enfant-Jésus de Québec et 2) CHU du Sacré-Cœur de Montréal. Le site de Québec était responsable de recruter et d'évaluer le groupe contrôle et un groupe d'intervention (non inclus pour ce projet). Le site de Montréal, quant à lui, qui a l'expertise en activité physique (via le département des sciences de l'activité physique de l'UQÀM) était responsable de recruter et d'évaluer les groupes HEPtech, YMCA et contrôle. Ce projet s'inscrit dans une subvention obtenue des responsables de ce projet (PI: Mylène Aubertin-Leheudre, UQAM ; source de financement : MITACS, TVN)

Ainsi, pour répondre à nos objectifs nous avons recruté 48 personnes divisées équitablement dans les trois groupes. 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. En effet, il a été démontré qu'un changement de 0,5 point sur 12 au SPPB était cliniquement significatif (Perera 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 et al., 2009).

La figure 2.1 résume le processus d'inclusion et d'évaluation de l'étude.

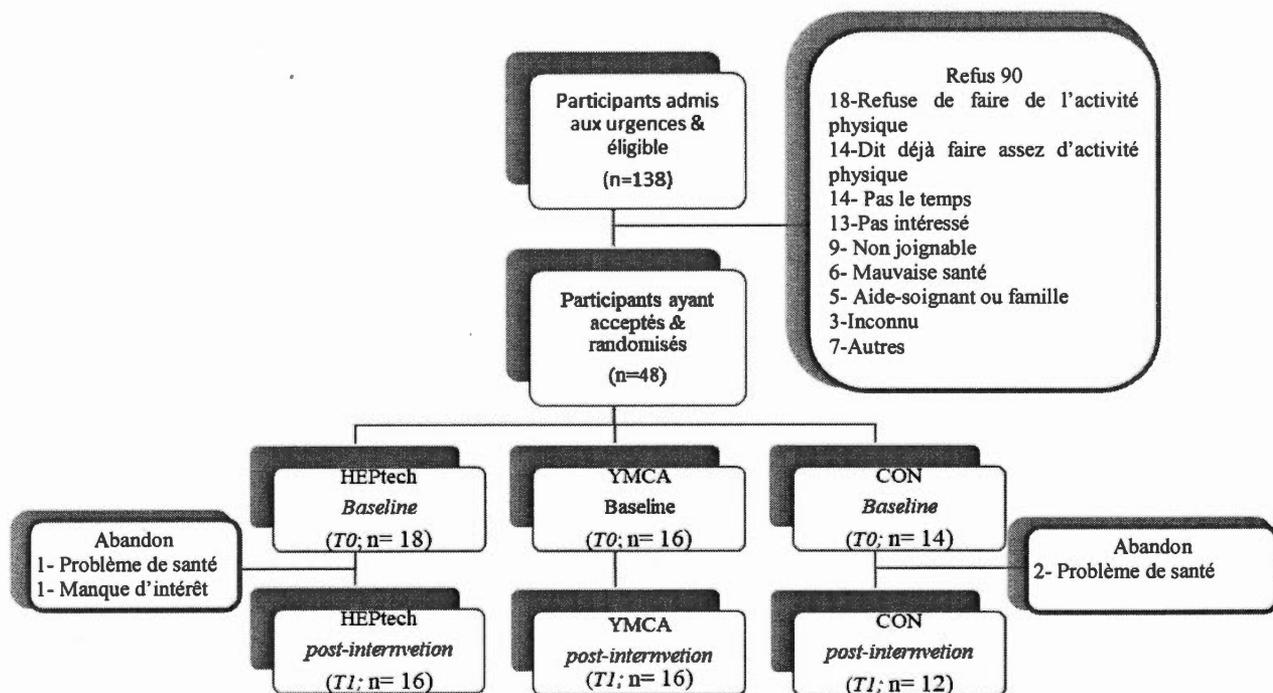


Figure 2.1- Conception de l'étude

2.2 Éthique

Le recrutement était fait par le biais des services d'urgence de l'hôpital Sacré-Cœur et de l'hôpital Enfant-Jésus, l'évaluation et la certification éthique (Annexe A) ont été obtenues par les comités éthiques à la recherche du CHU Québec et du CHU Montréal (numéro éthique # MP-20-2016-2441 et 2016-1192 (P)) et validés par l'UQÀM puisque ces deux derniers comités sont reconnus par l'UQÀM et répondent aux règles des trois conseils.

2.3 Risques

À notre connaissance, les risques pour la santé des participants sont minimes dans le cadre de cette étude. Autant que nous sachions, les effets secondaires indésirables qui pourraient survenir en raison de l'AP sont des douleurs, de la fatigue, des étourdissements et un risque de tomber pendant les exercices. Les séances étant encadrées par un kinésologue, les effets indésirables potentiels cités plus haut seront minimisés par l'adaptation des exercices à la condition physique de chacun. De plus, les exercices pourront être cessés en tout temps pour toutes difficultés rencontrées. Dès que le kinésologue observe des effets indésirables, tout est fait pour adapter l'activité et ne pas aggraver la situation.

Pour ce qui est des participants réalisant le programme en groupe au YMCA, ils sont en permanence sous contrôle du kinésologue, ce qui permet une adaptation directe de l'activité et une sécurité garantie. Concernant les participants qui réalisent le programme à domicile, cette adaptation peut se faire directement lorsque le kinésologue est en visite chez la personne, ou indirectement par suivi téléphonique ou encore par l'intermédiaire des données enregistrées par la gérontechnologie. Finalement, l'inconvénient principal pour les participants devant aller au YMCA est le déplacement et le transport.

2.4 Participants

2.4.1 Critères d'inclusion et d'exclusion

Pour participer à cette étude, les participants devaient (1) être âgés de 65 ans et plus, (2) avoir été victimes d'une blessure mineure (entorse, contusion, fracture, etc..) les menant aux urgences (3) être autonome dans les 7 AVQ (Activité de la

Vie Quotidienne) avant leur blessure, (4) vivre à domicile dans la communauté et (5) être libéré par le département d'urgence.

Les participants étaient exclus si 1) ces derniers étaient dans l'impossibilité de donner un consentement verbal; 2) s'ils étaient incapables de communiquer en français ou en anglais; 3) s'ils avaient un problème cognitif (Alzheimer); 4) si la personne utilisait un fauteuil roulant comme moyen de mobilité; 5) s'ils étaient hospitalisés suite à leurs blessures et; 6) s'ils vivaient dans des centres de soins de longue durée (résidence pour personnes âgées). D'autre part, de par notre intervention, seuls ceux ayant reçu l'autorisation d'entreprendre un programme d'activité physique par l'urgentiste et qui ont donné leur consentement ont été recrutés. Finalement, il est important de spécifier que tous les participants ont volontairement accepté de participer à cette étude.

2.4.2 Recrutement

Dès que le patient était intéressé à suivre le programme, il rencontrait les infirmières de recherches qui leur expliquaient le but de l'étude et vérifiaient l'admissibilité de ces derniers par le questionnaire de recrutement (Annexe B) sur les 7 AVQ de base, afin de nous assurer de son autonomie (Katz et al., 1963) et de son éligibilité. Elles leur faisaient ensuite répondre au questionnaire créé et validé par Katz (Katz et al., 1963). La grille d'évaluation créée par Katz comprend 7 questions sur les activités de bases de la vie quotidienne.

Une fois cette étape complétée et le formulaire de consentement signé, les participants étaient contactés par le kinésologue pour évaluer leur condition

physique, leur attribuer aléatoirement leur groupe d'intervention et commencer l'intervention s'il y a lieu.

2.4.3 Formation des groupes

Une liste de randomisation a été générée électroniquement par le logiciel SPSS. Cette liste assignait un groupe à chaque participant par rapport à son ordre de recrutement. Si le participant refusait la première option prédéterminée (la raison était annotée dans son dossier : pas de voiture; horaire non compatible; loin de chez lui; pas d'espace, etc.), la deuxième intervention leur était proposée. Il est très important de mentionner qu'en aucun cas les participants ne connaissaient l'existence du deuxième groupe. La décision d'un participant de refuser la première intervention ne pouvait donc pas être influencée par la connaissance de la seconde.

2.5 Échéancier

La récolte des données de ce projet a eu lieu d'août 2015 à septembre 2016. Nous avons obtenu la certification éthique du projet en août 2015. Août et septembre 2015 ont été entièrement consacrés à ma formation aux diverses méthodes d'évaluation et d'intervention du projet (création du programme de groupe au sein du YMCA de Cartierville et création du programme via le logiciel JINTRONIX et apprentissage de l'utilisation de la technologie). Important de noter que seulement les personnes recrutés à Montréal pouvait faire partit du groupe YMCA. Le recrutement au Département d'Urgence (DU) de l'Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal a commencé en octobre 2015 et a fini en avril 2016. Les interventions de groupes ont été complétées en août 2016 et la dernière évaluation post-intervention (T12) a été réalisée en septembre 2016.

Tableau 2.1 — Échéancier

Aout et Septembre 2015	Octobre 2015	Novembre 2015	Avril 2016	Juin 2016	Septembre 2016
Formation	Début recrutement au DU; T0; Début cours de groupe YMCA	Début HEPtech	Fin du recrutement au DU; T12	Fin cours de groupe YMCA;	Dernier participant HEPtech; dernière évaluation T12

DU : Département d'Urgence; T0 : Évaluation initiale; T12 : Évaluation après intervention

Typiquement, le participant était rappelé pour évaluation initiale (T0) dans les 2 semaines suivant sa visite au DU, et l'entraînement HEPtech ou YMCA, ont commencé 14 jours suivant cette dernière. Finalement, après les 12 semaines d'intervention, une évaluation (T12) était réalisée afin de vérifier les effets de l'intervention.

2.6 Déroulement et procédures

2.6.1 Intervention à domicile via la gérontechnologie

2.6.1.1 La technologie

Le programme d'activité physique adaptée du groupe HEPtech fait appel à une gérontechnologie appelée Jintronix. En partenariat avec le Kinect de Microsoft, cette nouvelle technologie utilise un entraîneur virtuel pour accompagner les participants lors de leurs séances d'activités physiques. Cette technologie est

installée sur un ordinateur qui est branché sur le téléviseur du participant. L'ordinateur était prêté par l'UQAM. Dans le cas où le participant ne possédait pas de téléviseur adéquat au fonctionnement de l'ordinateur, un téléviseur était prêté par l'UQAM. Cette technologie permet à l'entraîneur de faire un suivi à distance des séances réalisées par les participants tout en lui permettant de modifier les séances afin de convenir adéquatement du niveau d'activité physique de ces participants. En effet, grâce à son outil de récupération de données, ce logiciel permet aux kinésiologues d'évaluer à distance l'évolution de chaque participant et de réviser le programme en conséquence. De plus, un autre avantage comparativement aux autres « exergames » est que la séquence d'exercice (ordre, type d'exercice, durée, condition de réalisation (debout, assis, couché) nombre de répétitions, difficulté, niveau, etc.) peut être modifiée individuellement et en tout temps par le kinésologue lui-même et non par la technologie (jeu prédéfini). Plus spécifiquement, avec le portail du logiciel, il est possible de modifier plusieurs paramètres comme le nombre de répétitions, le temps total de l'exercice, l'amplitude de mouvement, la précision du mouvement demandé, le temps de réaction, la position de l'exécution et ceci pour chaque exercice. Finalement, le participant reçoit des rétroactions qui peuvent être auditives ou visuelles sur l'exécution de son mouvement comme son amplitude de mouvement, la vitesse, la forme, la qualité (%) et le nombre.

2.6.1.2 Le programme réalisé

Chaque séance d'activité physique durait environ 55 minutes et comprenait trois grandes parties :

Partie échauffement de 10 min : 1 série de 9 exercices

- Marche sur place sans bras
- Abduction/adduction de la hanche (articulation coxo-fémorale gauche)
- Abduction/adduction de la hanche (articulation coxo-fémorale droite)
- Extension de la hanche (articulation coxo-fémorale gauche)

- Extension de la hanche (articulation coxo-fémorale droite)
- Circumductions des articulations scapulo-humérales
- Marche sur place avec bras
- Ouverture horizontale des bras (extension de l'articulation scapulo-humérale avec élastique)
- Step touch

Partie cardiovasculaire de 20 min : 2 séries de 8 exercices

- Step touch
- Pas pointés
- Talons fesses
- Genoux levés
- Deux pas de côté
- Fentes latérales
- Talons fesses
- Genoux levés

Partie renforcement musculaire et équilibre de 20 min : 2 séries de 8 exercices

- Ski slalom (transferts de poids latéraux et squats)
- Soccer (extension du genou et équilibre unipodal)
- Éclate ballons (Flexion horizontale et rotation du tronc)
- Course dans l'espace (abduction/adduction de l'épaule)
- Tape taupe (déplacements avant/arrière et gauche/droite)
- Escalade (Équilibre unipodal)
- Assis debout (sur une chaise)
- Labyrinthe (Flexion tronc/contrôle abdominal)

Souplesse et retour au calme de 5 min : 1 série de 5 mouvements/étirements (sans Jintronix)

- Étirements des ischio-jambiers
- Étirements des quadriceps
- Étirements latéral du tronc
- Étirements latéral du cou
- Étirements des bras vers le haut avec respiration profonde

2.6.1.3 Définition de la qualité des mouvements

Jeu du slalom de ski (transferts de poids latéraux et squats)

Qualité=% de portes franchies avec succès

Jeu de soccer (extension du genou et équilibre unipodal)

Qualité= (50% *% de ballons frappés) + (50% *% de ballons entrés dans le filet)

Jeu d'éclater des ballons (Flexion horizontale et rotation du tronc)

Qualité=% de ballons éclatés

Jeu de course dans l'espace (abduction/adduction de l'épaule)

Qualité=% d'éléments attrapés

Jeu de tape taupe (déplacements avant/arrière et gauche/droite)

Qualité= 100% * Taupes frappées/Taupes attendues

Jeu d'escalade (Équilibre unipodal)

Qualité par mur= 100%/Total de mur

Chaque fois qu'un mur est escaladé, tu gagnes (100%*qualité par mur)

Exercice « assis debout » (sur une chaise)

Mauvaise répétition= lorsque les pieds sont trop vers l'avant ou que le nez ne passe pas par-dessus des orteils pendant la réalisation du mouvement

Bonne répétition= Lorsque les pieds sont suffisamment vers l'arrière et que le nez passe par-dessus les orteils pendant la réalisation du mouvement

Qualité= ((nombre de bonne répétition * 100%) + (nombre de mauvaises répétitions * 0%))/ Nombre total de répétitions

Jeu du labyrinthe (Flexion du tronc/contrôle abdominal)

Qualité= 40% attribué pour l'achèvement; 60% pour la performance

Performance= la somme de tous les essais (jusqu'à 3)/ nombre d'essais utilisés pour compléter la ronde

2.6.1.4 Planification des séances et évaluations du groupe HEPtech

Une visite pour l'installation du matériel et pour la démonstration du programme d'activité physique était fixée dans les jours suivant l'évaluation initiale. Ils devaient compléter 24 séances d'activité physique à l'aide de la gérontechnologie à compter de 2 séances par semaine. Le programme était alors d'une durée totale de 12 semaines. Les participants pouvaient choisir l'heure et le jour pour réaliser le programme d'activité physique. Cependant, ils devaient prendre une journée de repos entre deux séances. Par la suite, le kinésologue était présent pour superviser 6 séances sur 24 (1^{er}, 2^e, 4^e, 6^e, 12^e, 18^e) afin d'assurer le bon déroulement du programme d'activité physique, d'adapter la difficulté des exercices en fonction de la condition du participant et de répondre aux questions du participant. Toutes les autres séances étaient complétées seules par le participant.

Tableau 2.2 — Échéancier détaillé par groupe d'expérimentation

Temps	Groupe Contrôle	Groupe YMCA	Groupe HEPtech
Première rencontre	évaluation initiale (T0)	évaluation initiale (T0)	évaluation initiale (T0)
Deuxième rencontre	SO	SO	installation du matériel et démonstration du programme d'AP
Semaine 1	SO	séance 1 de groupe	séance 1 avec le kinésologue
	SO	séance 2 de groupe	séance 2 avec le kinésologue
Semaine 2	SO	séance 3 de groupe	séance 3 seul
	SO	séance 4 de groupe	séance 4 avec le kinésologue
Semaine 3	SO	séance 5 de groupe	séance 5 seul
	SO	séance 6 de groupe	séance 6 avec le kinésologue
Semaine 4	SO	séance 7 et 8 de groupe	séance 7 et 8 seul
Semaine 5	SO	séance 9 et 10 de groupe	séance 9 et 10 seul
Semaine 6	SO	séance 11 de groupe	séance 11 seul
	SO	séance 12 de groupe	séance 12 avec le kinésologue
Semaine 7	SO	séance 13 et 14 de groupe	séance 13 et 14 seul
Semaine 8	SO	séance 15 et 16 de groupe	séance 15 et 16 seul
Semaine 9	SO	séance 17 de groupe	séance 17 seul
	SO	séance 18 de groupe	séance 18 avec le kinésologue
Semaines 10-11-12	SO	séance 19 à 24 de groupe	séance 19 à 24 seul
Semaines 13-14-15	évaluation post (T12)	évaluation post (T12)	évaluation post (T12)

SO : Sans Objet

2.6.1.5 Journal de bord

Le groupe HEPtech devait compléter un journal de bord papier à chaque séance d'exercice afin de recueillir des informations nécessaires pour évaluer

l'acceptabilité de l'intervention. À chaque séance, les participants indiquaient dans leur journal de bord, la date, l'heure et leur fréquence cardiaque calculée sur 15 secondes au début et à la fin.

Date et fréquence cardiaque

Date (J/M/A)	Fréquence cardiaque (15 sec.)	
	♥ Début Heure	♥ Fin Heure
18/01/15	22 8:35	28 9:40

Lors de chaque exercice, les participants devaient aussi noter sur deux échelles analogues, leur satisfaction face à l'exercice en termes de difficulté et de plaisir.

Perception de la difficulté des exercices

	facile
	légèrement difficile
	difficile
	très difficile

Perception de l'appréciation des exercices

	pas du tout
	un peu
	bien
	beaucoup

2.6.2 Intervention de groupe supervisée dans un centre communautaire

Le programme d'activité physique proposé ici comprend 2 séances de cours de groupe hebdomadaires. Les séances s'étendaient sur une période de 12 semaines consécutives pour un total de 24 séances. Contrairement à la technologie Jintronix, ces dernières se dérouleront à des jours et des heures imposés soit : tous les lundis et mercredis de 9 h 30 à 10 h 30 au YMCA de Cartierville situé au 11 885 boulevard Laurentien dans un local mis à notre disposition pour ce projet. Chaque séance d'activité physique dure environ 55 minutes. Ces séances étaient supervisées par un spécialiste dans le domaine de l'activité physique soit un kinésiologue. Les séances étaient composées des mêmes exercices et parties que le groupe HEPtech. La raison étant que nous voulons être capables de comparer les deux groupes d'intervention (YMCA et HEPtech). Au cours des 24 séances, le kinésiologue aura donc la tâche d'adapter les exercices en fonction du niveau d'activité physique de chaque participant en plus de respecter les contraintes physiques de chacun. En effet, il s'agit d'un groupe hétérogène où le niveau d'activité physique et l'état de santé générale varient selon chaque individu.

2.7 Mesures des effets physiques de l'intervention

2.7.1 Évaluation initiale (T0)

Pour tous les participants, l'évaluation initiale se déroulait à leur domicile. La durée totale de cette première rencontre était d'environ 1 heure 20 minutes. Plusieurs paramètres tels que l'état de santé générale, la composition corporelle et les capacités physiques étaient évalués.

Avant même de commencer l'évaluation initiale, l'évaluateur devait obtenir le consentement écrit et signé du participant. La nature, les objectifs, le déroulement, les risques et les inconvénients du projet de recherche étaient réexpliqués au

participant oralement et dans ce formulaire. Si le participant était toujours en accord, il signait deux copies du formulaire de consentement, soit une pour l'évaluateur et l'autre pour lui.

2.7.1.1 Données sociodémographiques

Les renseignements de cette section étaient seulement collectés lors de l'évaluation initiale (T0). Elle comprend les questions sur l'âge, l'origine ethnique, le niveau de scolarité, l'état matrimonial actuel et l'occupation principale du participant (Annexe C).

2.7.1.2 Comorbidités actuelles

Nous souhaitons avoir un portrait complet de l'état de santé de chaque participant, car ce dernier pourrait influencer nos résultats. De plus, à l'instar de ces réponses, le programme d'activité physique pourrait être modifié. En effet, si un problème important d'équilibre fait surface par exemple, le niveau de difficulté des exercices d'équilibre à l'intérieur du programme était modifié à la baisse. Ainsi, une liste de problèmes de santé sera énoncée au participant (Annexe D). Ce dernier devait mentionner à l'évaluateur les problèmes de santé dont il souffrait à ce temps.

2.7.1.3 Prise de médicaments

Pour les mêmes raisons que pour les comorbidités, la médication actuelle des participants était notée (Annexe E).

2.7.1.4 Activités instrumentales de la vie quotidienne (AIVQ)

Une évaluation des activités instrumentales de la vie quotidienne était effectuée grâce à la grille validée de Lawton and Brody (1970) (Annexe F). Cette grille est composée de 7 questions cherchant à mesurer les capacités fonctionnelles quotidiennes des personnes âgées. Des actions telles que l'utilisation d'un téléphone, être capable de faire ses courses, préparer ses repas ou encore gérer son argent sont évaluées. Pour chacune de ces actions, la personne est interrogée sur ses capacités à réaliser des activités domestiques soit seule, soit avec aide ou si elle est dans l'incapacité de l'exécuter. Lorsque la personne répond qu'elle peut réaliser l'activité seule et sans aide, elle est alors considérée comme autonome dans cette activité, et obtient la note (pointage) de « 1 ». Pour chaque question, et donc chaque activité, une telle note est attribuée. Si la personne précise qu'elle réalise l'activité avec de l'aide, ou encore qu'elle ne la réalise pas du tout, cela correspond alors à la note de « 0 » (Lawton & Brody, 1970). Ainsi, plus le score total est bas, plus la personne est proche de l'état de dépendance.

2.7.1.5 Évaluation du niveau d'activité physique

On évaluait le niveau de pratique d'AP des participants à l'aide du questionnaire validé « RAPA » (« The Rapid Assessment of Physical Activity »); (Topolski et al., 2006). Il s'agit d'un questionnaire d'auto-évaluation du niveau d'AP (Annexe G). Il est demandé aux personnes d'évaluer l'intensité de l'AP qu'elles pratiquent en donnant des exemples d'activités pour trois niveaux d'intensité : légère

(marche légère, étirement), modérée (marche rapide, travail d'aérobic léger), vigoureuse (jogging, sport de raquette). Par la suite, ils devaient estimer la fréquence (chaque semaine, plus ou moins de 30 minutes par jour, plus ou moins 5 jours par semaine, etc.) à laquelle ils faisaient ces exercices. Enfin, il est demandé si en plus de ces exercices, les personnes mettaient en œuvre des activités afin d'améliorer leur force musculaire (renforcement musculaire) et/ou des activités pour améliorer leur flexibilité (étirements).

À la fin de ce questionnaire, nous avons une idée générale, et subjective, sur la pratique quotidienne d'AP du participant. En fonction des notes obtenues, nous avons divisé les personnes en différentes classes :

- Sédentaire : « Je ne fais que très rarement ou jamais d'AP. »
- Peu actif : « Je fais de l'AP légère à modérée, mais pas chaque semaine. »
Peu actif avec activité de faible intensité : « Je fais de l'AP légère chaque semaine. »
- Peu actif régulier : « Je fais de l'AP modérée toutes les semaines, mais moins de 30 minutes par jour et/ou moins de 5 jours par semaine » ou « Je fais de l'AP vigoureuse toutes les semaines, mais moins de 20 minutes par jour et/ou moins de 3 jours par semaine ».
- Actif : « Je fais de l'AP modérée 30 minutes ou plus par jour, ou plus de 5 jours par semaine » ou « Je fais de l'AP vigoureuse 20 minutes ou plus par jour et plus de 3 jours par semaine ».

2.7.1.6 Indice de fragilité

L'indice de fragilité des participants a été mesuré à l'aide de l'index Study osteoporotic fractures (SOF) (Annexe H). Le SOF est un questionnaire validé pour les personnes âgées (Ensrud et al., 2009; Rockwood et al., 2007) qui est articulé autour de trois observations : 1) la perte de poids involontaire, 2) le

niveau d'énergie et 3) la force des membres inférieurs mesurée avec le test assis debout 5 fois. Plus spécifiquement, un score de 1 était attribué au participant s'il avait perdu plus de 10 livres non intentionnellement dans la dernière année, sinon une note de 0 lui était attribuée. Un score de 1 était attribué au participant s'il ne se sentait pas plein d'énergie dans la semaine avant son incident, autrement une note de 0 lui était attribuée. Finalement, un score de 1 était attribué au participant s'il n'était pas en mesure de compléter le test assis debout 5 fois sans se servir de ses mains ou de l'accouder ou s'il tombait sur la chaise au lieu de s'asseoir, sinon une note de 0 lui était attribuée. Le SOF permet de différencier des personnes robustes (score de 0/3), des personnes préfragiles (score de 1/3) et des personnes fragiles (score $\geq 2/3$). Il a été démontré qu'un score élevé au SOF est associé à des incapacités fonctionnelles et une augmentation du risque de chute (Rockwood et al., 2007).

2.7.1.7 Évaluation de l'état cognitif

Le test *Montreal Cognitive Assessment* (MoCA) a été utilisé afin de tester les dysfonctions cognitives des participants (Annexe I). Ce test est valide chez la personne âgée (Nasreddine et al., 2005). Ce test permet détecter les atteintes cognitives. Il s'agit d'un test sur 30 points, simple et rapide à administrer (10 minutes). Ce test évalue les fonctions : visuospatial/exécutif (x/5), de dénomination (x/3), d'attention (x/6), de langage (x/3), d'abstraction (x/2), de mémoire (x/5) et d'orientation (x/6) (Nasreddine et al., 2005). À la fin du test, le patient obtient un score pouvant aller de 0 à 30. À partir du moment où la personne obtient un score inférieur à 26, une atteinte cognitive légère est suspectée, nécessitant des examens détaillés complémentaires (Nasreddine et al., 2005). Pour notre étude, un seuil de 26/30, a été fixé pour l'exclusion cognitive d'un participant. Un score de 25 ou plus bas indique la présence d'une déficiences cognitives (Nasreddine et al., 2005). Cependant, la décision finale revenait à

l'évaluateur. C'est à dire qu'un participant sous ce seuil pouvait participer à l'étude si l'évaluateur considérait ce dernier que étant apte à participer au projet de recherche.

2.7.1.8 Caractéristiques corporelles

Mesures anthropométriques

Les tours de taille, de hanche, la circonférence des mollets (pieds à plat) et la longueur des jambes, ont été mesurés à l'aide d'un ruban souple. La mesure du tour de taille s'effectuait à environ trois centimètres au-dessus des crêtes iliaques, selon les références fournies par « The American College of Sports Medicine » (« Guidelines for Exercise Testing and Prescription », 2013) (American College of Sports Medicine, 2013). La mesure du tour de hanche était prise au niveau le plus large des hanches. La circonférence des mollets était prise en position assise au niveau de la partie la plus proéminente du mollet. Ces données étaient recueillies parce qu'une petite circonférence des mollets (≤ 31 cm chez les femmes) est associée à des difficultés à réaliser des tâches comme monter ou descendre des escaliers ou se lever d'une chaise (Rolland et al., 2003). La longueur de la jambe est la distance entre le grand trochanter et la malléole, prise en position debout

Composition corporelle

La balance portable Impédance bioélectrique (BIA; Omron©, modèle HBF-510W) a été utilisée pour mesurer la composition corporelle. Cette méthode portable est peu coûteuse et apparaît comme étant la meilleure méthode pour une utilisation clinique (Mijnarends et al., 2013; Ryo et al., 2005). Pour se faire, le patient devait être pieds nus, les bras tendus à 90 degrés tout en tenant dans ses

mains les poignées de l'appareil. Cette position permet de mesurer le courant alternatif passant dans le corps du participant et d'estimer les masses maigre et grasse des participants, ainsi que leur poids corporel. Avant de débiter, les données suivantes sont entrées dans l'appareil : âge, sexe et taille (grandeur) de la personne. Après quelques secondes dans la position décrite, l'appareil fournit les données suivantes : poids corporel, l'indice de masse corporelle (IMC), le pourcentage de masse grasse, le niveau de graisse viscérale et le pourcentage de masse musculaire.

2.7.1.9 Capacité fonctionnelle

Test de force : préhension manuelle

La force de préhension manuelle est la tension maximale qui peut être fournie par les muscles de l'avant-bras et de la main. Pour la mesurer, le participant doit se tenir debout, le coude droit, le dynamomètre (Hand Dynamometer, Lafayette Instrument) dans sa main droite. Sans fléchir le coude, il doit serrer la poignée de l'appareil le plus fort possible, en refermant la main. La force déployée doit être maximale et appliquée durant 4 à 5 secondes. Ensuite, le participant reprend la même procédure avec sa main gauche. Il refait le processus trois fois pour chaque main, en alternant main droite et main gauche. Le meilleur essai pour chaque main est retenu. Ce test a été validé par plusieurs auteurs (Mathiowetz et al., 1985; Mathiowetz et al., 1984).

SPPB (Short Physical Performance Battery)

La limitation au niveau de la mobilité est fréquente et est une forme de déclin (Sallinen et al., 2010). Plusieurs batteries de tests ont été créées afin d'évaluer les capacités fonctionnelles des personnes âgées. La plupart de ces tests consistent en de simples tâches qui font intervenir la mobilité des membres inférieurs afin de mesurer la capacité fonctionnelle d'un individu comme le SPPB « Short Physical Performance Battery » (Guralnik et al., 1994)(Annexe J). Cette batterie de tests validée chez la personne âgée est souvent utilisée, car elle est cliniquement simple à administrer. Cette batterie de tests comprend trois tests : la vitesse de marche sur quatre mètres, le test assis debout de cinq répétitions et des tests d'équilibre (Guralnik et al., 1994).

- *Vitesse de marche sur quatre mètres*

Ce test validé évalue la vitesse de marche du participant. Les participants doivent parcourir la distance de 4m à leur vitesse de marche normale, c'est-à-dire à la vitesse de marche dont il marche habituellement dans la rue.

La vitesse de marche compte pour 4 points sur le total de 12 points du SPPB et est classée selon les critères suivants :

- 0 point = Non réalisable
- 1 point = Temps ≥ 8.70 secondes
- 2 points = Temps entre 6.21 et 8.70 secondes
- 3 points = Temps entre 4.82 et 6.20 secondes
- 4 points = Temps ≤ 4.82 secondes

Le temps de marche (quatre mètres) était par la suite converti en vitesse de marche (m/s). Une vitesse de marche sous les 0.8m/s caractérise les personnes avec des performances physiques réduites (Lauretani Fulvio, 2003; Van Kan et al., 2009).

- ***Stand up and down (se lever cinq fois d'une chaise avec les bras croisés sur la poitrine)***

Durant le test, le participant doit se lever et s'asseoir de sa chaise à cinq reprises avec les bras croisés sur la poitrine. Il doit compléter les cinq répétitions le plus rapidement possible sans utiliser les appuie-bras et sans tomber lors de la descente. Le temps entre la position assise de départ et la position assise de la 5e répétition est noté par l'évaluateur. Dans le cas où le participant est incapable de compléter les cinq répétitions, un score de 0 lui est attribué.

Ce test compte pour 4 points sur le total de 12 points du SPPB et est classé selon les critères suivants :

- 0 point = Non réalisable
- 1 point = Temps ≥ 16.70 secondes
- 2 points = Temps entre 13.70 et 16.69 secondes
- 3 points = Temps entre 11.20 et 13.69 secondes
- 4 points = Temps ≤ 11.19 secondes

- ***Équilibre : pieds joints, équilibre pieds décalés (position semi-tandem), équilibre talon-pointe (position tandem)***

Pour cette partie, trois positions d'équilibre en position debout sont testées avec le participant : pieds joints, semi-tandem et tandem. Le participant doit maintenir l'équilibre de chaque position durant dix secondes. S'il est dans l'impossibilité de les maintenir pour dix secondes, l'évaluateur inscrit alors le temps complété. L'équilibre compte pour 4 points sur le total de 12 points du SPPB et est scorée selon les critères suivants :

- 0 point = Équilibre pieds joints non maintenu pendant dix secondes.
- 1 point = Équilibre pieds joints maintenu pendant 10 secondes, mais l'équilibre en semi-tandem ne peut être maintenu 10 secondes
- 2 points = Équilibre semi-tandem maintenu 10 secondes, mais incapacité à conserver l'équilibre en position tandem plus de 2 secondes
- 3 points = Équilibre en position tandem maintenu de 3 à 9 secondes
- 4 points = L'équilibre en position tandem est maintenu 10 secondes

Une fois ces trois tests réalisés, un score allant de 0 (la moins bonne performance possible) à 12 (meilleure performance réalisable) est calculé. Guralnik et ses collègues sont parvenus à définir des seuils cliniques de limitations fonctionnelles en fonction du score obtenu (Guralnik et al., 1995).

Voici ces seuils :

0-3 : limitations sévères

4-6 : limitations modérées

7-9 : « pré disabled », à la limite de posséder une limitation

10-12 : limitations minimales/aucune limitation

2.7.1.10 Test d'équilibre statique unipodal

Ce test validé mesure la capacité de la personne à se tenir en équilibre sur un pied (Tinetti, 1986). Le sujet doit placer ses mains sur les hanches. En équilibre sur une jambe, il doit fléchir son autre membre inférieur et monter son pied au moins à la hauteur de la cheville du membre inférieur de la jambe d'appui. Ensuite, le participant doit maintenir la position le plus longtemps possible jusqu'à un maximum de 60 secondes. Le test prend fin si : 1) les mains quittent les hanches; 2) le pied qui n'est pas en appui touche le sol; 3) le temps maximum de 60 secondes est atteint. Ce test est effectué avec la jambe droite, puis avec la jambe gauche, les yeux ouverts.

2.7.1.11 Le test du « timed up and go »

Le « timed up and go » est un test fiable et valide permettant de quantifier la mobilité fonctionnelle des personnes âgées (Podsiadlo & Richardson, 1991). Le patient est observé et chronométré alors qu'il se lève d'une chaise, marche sur une distance de trois mètres, fait demi-tour, effectue les trois mètres dans l'autre sens et se rassoit sur la chaise. Il est demandé au participant de marcher à son allure

naturelle. L'examineur démarre le chronomètre de la position assise dos contre le dossier, et l'arrête lorsque cette position est atteinte de nouveau (Kristensen et al., 2007).

2.7.2 Évaluation post intervention (T12)

L'évaluation après intervention T12 est constituée des mêmes questionnaires et tests cliniques que l'évaluation initiale (sauf en ce qui concerne les données sociodémographiques, la taille et la longueur de la jambe qui n'ont été évaluées qu'à T0).

2.8 Mesures de la faisabilité et de l'acceptabilité de l'intervention à domicile

La faisabilité de notre intervention est évaluée à l'aide de deux composantes : le niveau d'adhésion et la conformité, calculés objectivement à l'aide des rapports générés par le logiciel Jintronix®. Ce rapport transmet, à la fin de chaque séance, le nombre de séances complétées, la durée totale de la séance, les exercices exécutés, la durée de ces derniers, le nombre de répétitions effectuées et la qualité des mouvements.

Niveau d'adhésion

Le niveau d'adhésion était calculé à l'aide du ratio suivant : proportion des séances complétées par rapport au nombre de séances prescrites (Picorelli et al., 2014).

Conformité

Voici les deux aspects mesurés : 1) *la quantité de mouvements* exécutés, soit le nombre de répétitions effectuées ou la durée de l'exercice par rapport au nombre ou à la durée attendue et 2) la *qualité des mouvements* exécutés, soit la qualité de l'exécution par rapport à celle attendue.

Il est important de noter que toutes ces informations sont enregistrées pendant que le participant réalise sa séance et qu'elles sont accessibles à distance par le kinésologue immédiatement après la séance.

L'acceptabilité est évaluée subjectivement à l'aide de l'échelle analogue du niveau de difficulté perçue et l'échelle analogue du niveau d'appréciation personnelle. Comme vu à la section 3.6.1.5 (Journal de bord), à la fin de chaque séance, les participants répondront pour chacun des exercices aux deux questions suivantes : comment avez-vous trouvé l'exercice (niveau de difficulté) et comment avez-vous aimé l'exercice aujourd'hui (niveau d'appréciation).

2.9 Obstacles anticipés

Le taux d'abandon dans les projets de recherche auprès des personnes âgées se situe aux alentours de 20%. Nous anticipions devoir recruter environ 44 participants afin d'atteindre notre objectif de 36 participants. Comme c'est le cas dans la plupart des interventions auprès des personnes âgées, il était plus difficile de recruter des hommes que des femmes. Pour surmonter cet obstacle, une fois l'objectif du nombre de femmes recruté atteint (18), seulement des hommes allaient être recrutés.

2.10 Analyses statistiques

La normalité de la distribution de nos variables était vérifiée à l'aide du test de Shapiro-Wilk. Si la distribution est anormale. Par la suite, une analyse de variance (ANOVA) et des tests post hoc (Bonferonni) étaient faits à partir des variables recueillies à T0 pour déterminer si les groupes ont les mêmes caractéristiques (données sociodémographiques, profil de santé et capacités fonctionnelles). Si des variables s'avèrent différentes, elles serviront de covariables. De plus, pour vérifier les effets de l'intervention dans chacun des groupes, un test t apparié non paramétrique (Wilcoxon) était effectué entre les variables recueillies à chaque évaluation (T0 contre T12). Finalement, pour vérifier si l'effet de l'intervention est plus grand dans un groupe que dans l'autre, une ANOVA à mesures répétées (temps; groupes et interaction groupes*temps) et un test post hoc de Bonferonni étaient effectuées. $P < 0.05$ était considéré comme significatif. Les analyses étaient réalisées à l'aide du logiciel SPSS.

CHAPITRE III

RÉSULTATS (ARTICLE)

Comparing the effects of a home-based exercise program using a gerontechnology to a community-based group exercise program on functional capacities in older adults after a minor injury

Dominic Martel, MSc(c)^{1,2,3,*}, Martine Lauzé, MSc(c)^{1,2,3}, Amandine Agnoux, MSc^{1,2,3}, Laurence Fruteau de Laclos, MSc (c)^{4,5}, Marie-Josée Sirois, PhD^{4,5}, Marcel Émond^{4,5}, MD, Raoul Daoust, MD^{6,7}, Mylène Aubertin-Leheudre, PhD^{1,2,3,**}

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

² Groupe de recherche en activité physique adaptée. Université du Québec à Montréal (UQÀM), Montréal (Québec), Canada.

³ Centre de recherche de l'institut universitaire de gériatrie de Montréal, Montréal (Québec), Canada.

⁴ Centre d'Excellence en vieillissement de Québec (CEVQ), Québec, Canada.

⁵ Centre de Recherche du centre hospitalier universitaire de Québec, Hôpital de l'Enfant Jésus, Québec, Canada.

⁶ Centre, Hôpital du Sacré-Coeur (CIUSSS du Nord de l'Île-de-Montréal), Montréal, Québec, Canada

⁷ Faculté de Médecine, Université de Montréal, Montréal, Québec, Canada

* First author

** Corresponding author: Département des Sciences de l'activité physique, Université du Québec À Montréal (UQÀM), 141 avenue Président-Kennedy, SB-4615 Montréal (Québec), Canada, H3C 3P8, aubertin-leheudre@uqam.ca

ABSTRACT

Introduction: Functional decline has been observed three and up to six months after a minor injury in older adults population. Physical activity interventions are effective to prevent this decline but most of those older adults are not active. In fact, home-based and community-based exercise program have present barriers for this population (e.g. lack of supervision, transport and predetermined schedule). The aim of this study was to evaluate the potential of a home-based physical activity intervention using a gerontechnology in older adults after a minor injury by comparing it to a traditional group community-based intervention.

Method: 48 previously independent individuals aged 65 and older recruited at the Emergency Department after a minor injury and discharged back home were randomised in three group 1) home-based exercise program using a gerontechnology (HEPtech=18) 2) supervised group community-based exercise program (YMCA=16) or 3) control group (CONT=12). Inter groups' functional capacities and other physical outcomes were evaluated after three months of intervention.

Results: Both intervention groups showed increase in functional capacities (e.g. SPPB, walking speed, Balance) after three months of physical activity intervention compared to control group who only maintain theirs.

Conclusion: This new home-based physical activity intervention using a gerontechnology could be a good alternative for health professionals to help older adults after a minor injury to engage in exercise program.

KEY-WORDS: Aging, Exercise program, Gerontechnology, Emergency, Functional capacity

INTRODUCTION

As the ratio healthy lifespan / life expectancy decreases (Statistique Canada, 2014), maintaining functional independence and quality of life among older adults has become imperative (Parekh & Meyers, 2014). Recent studies have shown that 3 and 6 months after a minor injury, autonomy in Activities of Daily Living (ADL) and instrumental ADL decline (-7% and -22%, respectively), risks of falls increased and functional capacities decline in previously independent older adults (Shapiro et al., 2001; Sirois et al., 2013). This is an issue since 20% of emergency visits are due to elders, 17% of which are related to minor injuries. This represented 400 000 individuals in Canada in 2011 (Latham & Ackroyd-Stolarz, 2014). Currently, 79% of community-dwelling seniors are discharged back home after a minor injury with no special follow-up or intervention plan even if pre-frail (11%) and frail (33%) elders are 11 and 16 times more at risk of declining function than the robust ones (Sirois et al., 2015). In addition, a sedentary lifestyle in older adults can be associated with higher risk of health problems, loss of functional independence and lower quality of life (Balboa-Castillo et al., 2011; Matthews et al., 2014). Considering that minor injuries accelerate the path of disability in many seniors (Shapiro et al., 2001; Sirois et al., 2013), it is important to implement specific interventions to prevent functional losses in those patients.

Physical activity interventions are effective to limit frailty in community-living older adults by maintaining or improving functional capacities (Liu & Latham, 2009). It also reduce the risk of major mobility disabilities in frail and pre-frail populations (Pahor et al., 2014) (Buman et al., 2010). However, many barriers to exercise are cited by seniors such as poor health, fear of falling or getting injured, lack of motivation or enjoyment and lack of transportation (Schutzer & Graves, 2004). As a consequence, the level of engagement and adherence to exercise programs is low in older adults discharged from hospital (Hill et al., 2011). One way to overcome these barriers could be a Home-based exercise program (HEP). Indeed, HEP present many

advantages such as high adherence rates, which may reach up to 100% (Salveti et al., 2008), increase feelings of empowerment over lifestyle changes (Gothe et al., 2015), positive results in preventing falls (Campbell et al., 1997; Liu-Ambrose et al., 2008), and efficiency rate similar to group community-based exercise programs in improving ADL functional capacities and mobility (Ashworth et al., 2005; Campbell et al., 1997; Nelson et al., 2004). However, HEP also present some limitations such as absence of personalized interventions, absence of monitoring or feeling of security (Mehra et al., 2016).

New emerging technological systems have the potential to overcome some barriers by offering personalized training, distance supervision and follow-ups. As described in previous pilot studies (Lauzé et al., 2016; Valiani et al., 2016), the Jintronix® rehabilitation software using the Microsoft Kinect® motion capture system technology offers those features through a variety of exercises and games adaptable in speed, duration, precision, range of motion and number of repetitions (Lauzé et al., 2016). These pilot studies, showed the good adherence, good acceptability and physical health benefits of this HEP using the Jintronix® rehabilitation software in community-dwelling older adults after a minor injury (Lauzé et al., 2016) and in nursing home (Valiani et al., 2016). However, these studies did not compare this new intervention to a traditional physical activity intervention, such as group community-based programs, to validate its real potential.

The purpose of this study was to overcome this limit by 1) comparing the effects of HEP using a gerontechnology (HEPtech) and a traditional group community-based exercise program on functional capacities in older adults after a minor injury, 2) confirming, on a larger scale, the acceptability and adherence of a HEPtech in a population of older adults after a minor injury.

METHODS

Design

This Cross-sectional, randomized, controlled trial was conducted in Sacre-Cœur hospital Emergency Department (ED) located in the city of Montréal (Québec, Canada).

Participants

Participants were community-living seniors aged 65 years old and over, independent in all 7 Activities of Daily living before suffering from a minor injury that brought them to the emergency department, and discharged back home. Participants who could not provide consent, who had severe cognitive disorder or those not authorized, by the ED physician, to participate in an exercise program were excluded.

Participants were randomly divided in three groups 1) Home-based exercise program using a gerontechnology (HEPtech) 2) Group community-based exercise program (YMCA) and 3) usual ED-discharged (CON).

Participants visited ED for minor injuries such as contusions (30%), sprains (18%), fractures (25%), wounds (7%) and others (20%), no difference between groups; data not shown).

Procedures

All participants were evaluated at baseline, within 2-week following their ED visit (T0), 12 weeks later at the end of the intervention (T12), using validated physical tests and questionnaires. All evaluations were conducted at the participant's home by a trained kinesiologist.

This study was approved by three research ethic boards: Le comité d'éthique de la recherche (CÉR) du centre de recherche du Centre hospitalier Universitaire de Québec, le comité institutionnel d'éthique de la recherche avec des êtres humains (CIEREH) de l'Université du Québec à Montréal and Le comité d'éthique de la recherche et de l'évaluation des technologies de la santé (CÉR) de l'Hôpital du Sacré-Coeur de Montréal.

Intervention

Both exercise programs (HEPtech and YMCA) included two physical activity sessions per week during 12 consecutive weeks. Each exercise session lasted 55 minutes and included: 1) a 10 minutes warm up period which includes light intensity movements; 2) a 20 minutes cardiovascular period composed of 2 sets of 4 aerobic exercises (butt kicks, high knees, lateral launches, side steps); 3) a 20 minutes resistance period composed of 8 resistance & balance exercises (weight transfer and squats; leg extension and balance; lateral shifting; balance; shoulder abduction/adduction; horizontal flexion and extension; core) and; 4) a 5 minutes cool down/stretching period. This exercise protocol was developed in accordance with general guidelines for the prescription of exercises to older adults (American College of Sports Medicine, 2013) and validated in a previous pilot study (Lauzé, Martel, et. al 2017).

The YMCA group followed an exercise instructor while the HEPtech group used the Jintronix rehabilitation software to perform exercises. The YMCA group performed exercises in groups of six to eight on scheduled days and time while the HEPtech participants exercised at home and were free to decide the day and time of their exercise sessions, but had to take a minimum of one day off between sessions. No transportation facility was provided to YMCA participants.

More specifically, users of the HEPtech are guided with continuous visual and audio cues, while performing exercises since the Jintronix® system provides live feedback, allowing the user to correct movements, improve performance and progress to higher levels. This software also provides, to the clinician, reports on quantity and quality of movements performed by the users.

Participants had the technology installed at their home on their tv within one week of the baseline evaluation. A kinesiologist made two visits to install the technology and explain the program to participants, followed by six in-person supervision visits out of the 24 sessions (session 1, 2, 4, 6, 12 and 18). Follow-up phone calls were also made during the intervention time (weeks 4 and 8) and based on the reports, the kinesiologist remotely adjusted the level of difficulty of exercises to ensure individualized adaptations and progress.

No special intervention or monitoring was offered to the control group participants.

Measures (pre- and post-intervention)

Physical Function Assessment

Maximum voluntary handgrip strength was measured using a hand dynamometer (Lafayette Hand dynamometer Model 78010). This upper body strength assessment test is reliable and has been validated (Mathiowetz et al., 1984). Participants performed three trials with each hand alternately. The maximal score was used to calculate the relative handgrip strength (Handgrip strength/Body weight) which is a good predictor of functional impairments (Barbat-Artigas et al., 2012).

Functional mobility was assessed using the validated Short Physical Performance Battery (SPPB; (Guralnik et al., 1995; Guralnik et al., 1994)); the normal 3-meter Timed-Up-and-Go (TUG; (Podsiadlo & Richardson, 1991; Shumway-Cook et al., 2000)) test and the one leg-balance test (Tinetti, 1986) as previously described

(Lauzé et al., 2016). These tests were chosen because TUG and unipodal balance test are good predictors of falls in community-dwelling older adults (Shumway-Cook et al., 2000; Vellas et al., 1997) whereas the SPPB score (<9/12) is related to mobility, disability and mortality in the elderly population (Guralnik et al., 1995; Vasunilashorn et al., 2009a). In addition, a walking speed slower than 0.8 m/s is associated with higher risk of falls, mortality and hospitalization (Abellan Van Kan et al., 2009).

Health status and cognition

A health status questionnaire was used to record comorbidities (hypertension, diabetes, Parkinson's disease, cancer, stroke, or others diseases) and medication intake. The level of vulnerability was assessed using the validated Study of Osteoporosis Fractures (SOF) index (Ensrud et al., 2008). Cognitive status was assessed using the validated Montreal Cognitive Assessment (MoCA;(Nasreddine et al., 2005)).

Adherence and acceptability measures

Adherence rate was calculated by the proportion of sessions completed out of the total prescribed sessions (Picorelli et al., 2014). The compliance was assessed using: (1) quantity of movements (number of executed repetitions/ number of predicted repetitions) and (2) quality of movements (performance according to the level of difficulty predetermined). This difficulty level (ranking from 1 to 10 (low- to high)) is giving by the Jintronix software depending on the different parameters (i.e. speed, number of repetition, range of motion etc.) set by the clinician (i.e kinesiologist). A minimal overall quality of movements was set at 75% while the minimal quantity of movements was set at 80% of expected repetitions in completed sessions.

Regarding exercise acceptability, perceived level of difficulty (PLD) and personal level of enjoyment (PLE) were evaluated using a four level analog scale at the end of each session through a paper logbook. The use of this assessment tool to measure acceptability was based on the physical activity enjoyment scale (Kendzierski & Decarlo, 1991). To be considered as acceptable, a 80% PLE and PLD cut-point was determined based on Meldrum, Glennon et al. (Meldrum et al., 2012) which used a range of 70% to 90% as an acceptable to a high level of usability to assess an exergame program.

Statistical analysis

Data are presented as mean (\bar{x}) \pm standard deviation (SD). Normality of the data was evaluated using the Kurtosis test. In case of non-normality, variables were log-transformed. Because of our sample size (<20/group), non-parametric tests were used.

Non-parametric Kruskal-Wallis tests (Man-Whitney tests as post-hoc) were used to compare the 3 groups at baseline (T0) and at the end of the intervention (T12). Non-parametric paired t-tests (Wilcoxon) were conducted to compare the intervention effects within group before and after intervention. Finally, non-parametric Kruskal-Wallis (Man-Whitney tests as post-hoc) were conducted to determine the intervention effect between groups using delta change (absolute or %). A p value ≤ 0.05 was considered statistically significant. All analyses were performed using SPSS 22.0.

RESULTS

Participants

Within the study timeframe, 138 potential and eligible participants visited the emergency department of the *Hôpital du Sacré-Coeur* de Montréal for a minor injury and were discharged home (see Figure 1). From this number, 90 of them (14: physically active, 18 no interest to exercise training, 27: no interest or time; 6: health concerns; 25 personal or family reasons (e.g. caregivers)) refused to participate, leaving 48 participants (>1/3 enrolled) that were randomly assigned to one of the three groups.

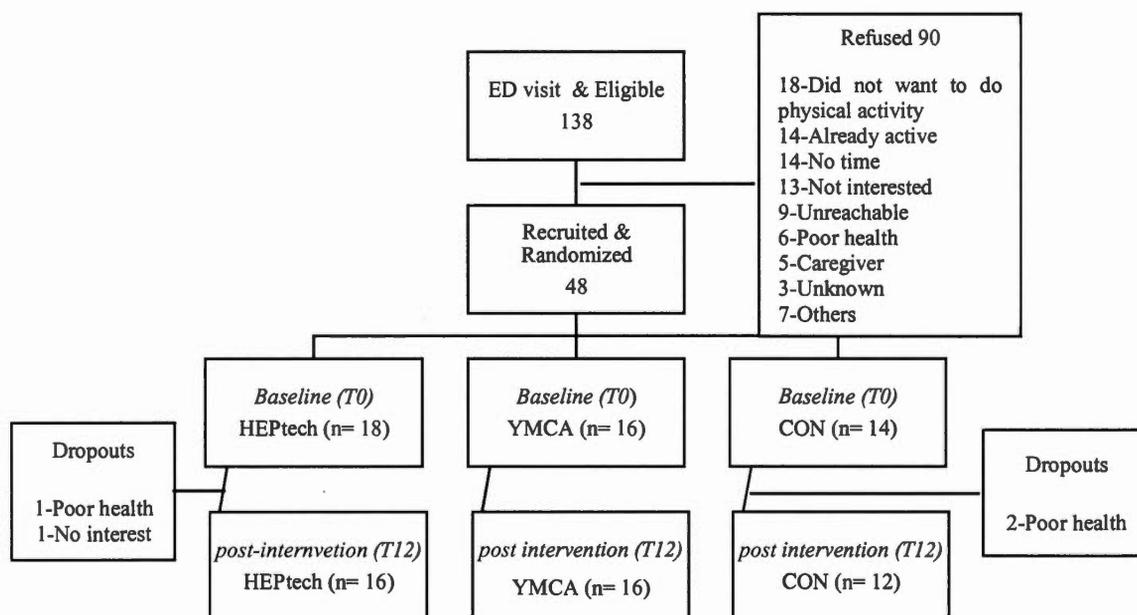


Figure 1. Study design and project overview

Participants' characteristics are presented in Table 1. No difference ($p>0.05$) were observed in participants' characteristics such as age, education level, cognitive status, frailty status, number of co-morbidities at baseline between groups (Table 1).

Table 1: Baseline participants' characteristics

Characteristic	HEPtech (n=16)	YMCA (n=16)	Control (n=12)	p value
Age (yrs)	74.9 (7.1)	72.9 (6.7)	72.7 (6.5)	0.644
Woman (%)	12 (75)	10 (63)	9 (75)	0.682
Education (< University ;%)	7 (44)	5 (31)	3 (25)	0.481
Mean BMI (kg/m ²)	28.2 (5.2)	28.5 (4.6)	29.3 (5.2)	0.832
Mean ADL score/7 (SD)	7.0 (0.0)	7.0 (0.0)	7.0 (0.0)	1.000
Mean IADL score/7 (SD)	6.8 (0.4)	6.9 (0.3)	6.3 (1.2)	0.427
MoCA-Cognitive function (x/30)	26.6 (1.2)	25.2 (3.5)	25.8 (2.7)	0.384
Mean SOF index score/3 (SD)	2.81 (0.54)	2.94 (0.25)	2.91 (0.30)	0.637
Mean RAPA-score/10 (SD)	4.1 (1.9)	4.2 (1.8)	3.1 (2.5)	0.321
Mean Number co-Morbidities (SD)	3.9 (2.3)	4.6 (2.9)	3.2 (2.0)	0.342
Falls (%)	16 (94)	17 (75)	10 (83)	0.648

Data presented as Means (SD).

Abbreviations: BMI, Body Mass Index (calculated kg/m²); MoCA, Montreal Cognitive Assessment; SOF, Study of Osteoporosis Fracture; RAPA, Rapid Assessment of Physical Activity; IADL, Instrumental Activity of Daily Living.

Intervention effects

The HEPtech group significantly increased its walking speed (+0.15m/s; p=0.006), its SPPB total score (+0.94/12pt; p=0.017), balance score (+0.38/4pt; p=0.034), walking score (+0.47/4; p=0.020), and one leg stand (+12.45sec; p=0.011) following the intervention (Table 2). Participants also significantly decreased their time to perform

the TUG (-2.52sec; $p=0.001$) and increased their MoCA score (+0.93/30pt; $p=0.030$). The YMCA group significantly increased its SPPB total score (+1/12pt; $p=0.011$), its sit-to-stand score (+1.25/4pt; $p=0.008$) and its MoCA score (+1.31/30pt; $p=0.013$) following the intervention (Table 2). Participants also significantly decreased their time to perform the sit-to-stand test (-3.61sec; $p=0.003$) and the TUG (-1.68sec; $p=0.010$) and they reduced their number of co-morbidities (-1.18; $p=0.017$). No change was observed in the CON group between baseline and post intervention (Table 2).

As shown in Table 3, the walking speed improvements of the HEPtech group were significantly more important than those of the YMCA group ($+0.15\pm SD$ vs $+0.01\pm SD$ m/s; $p=0.007$), whereas the YMCA group's improvements were significantly greater than those of the HEPtech for the timed sit-to-stand test ($-3.61\pm SD$ vs $-0.42\pm SD$ sec; $p=0.009$) and the SPPB sit-to-stand score ($+0.75\pm SD$ vs $+0.13\pm SD$ /4; $p=0.023$). In addition, the YMCA group showed greater improvements in the timed sit-to-stand test compared to the CON group ($-3.61\pm SD$ vs $+1.99\pm SD$ sec; $p=0.004$).

Table 2: Effect of intervention on physical and functional characteristics within groups

Variables	HEPtech (n=16)			YMCA (n=16)			CON (n=12)		
	T0	T12	pvalue	T0	T12	pvalue	T0	T12	pvalue
BMI (kg/m²)	28.2 (5.2)	28.4 (5.0)	0.14	28.5 (4.6)	28.7 (4.8)	0.60	29.3 (5.1)	29.4 (5.2)	0.48
Cognitive function (MOCA:x/30),	26.6 (1.2)	27.5 (1.2)	0.030*	25.1 (3.5)	26.5 (2.7)	0.013*	25.7 (2.8)	25.4 (2.9)	0.77
Total SPPB score (x/12)	9.53 (1.81)	10.47 (1.41)	0.017*	9.44 (1.59)	10.44 (1.46)	0.011*	8.33 (1.78)	9.00 (1.91)	0.17
SPPB-Balance sub-score (x/4)	3.56 (0.81)	3.94 (0.25)	0.034*	3.63 (0.50)	3.75 (0.45)	0.41	3.36 (0.81)	3.50 (0.67)	0.65
SPPB-Walking sub-score (x/4)	3.19 (0.83)	3.63 (0.50)	0.020*	3.31 (0.70)	3.44 (0.73)	0.31	3.17 (0.72)	3.50 (0.67)	0.23
SPPB-sit to stand sub-score (x/4)	2.73 (1.22)	2.87 (1.36)	0.31	2.50 (1.16)	3.25 (0.93)	0.008*	1.75 (1.14)	2.00 (1.13)	0.18
Normal walking speed (m/s)	0.81 (0.19)	0.96 (0.20)	0.006*	0.86 (0.23)	0.87 (0.23)	0.35	0.79 (0.15)	0.83 (0.17)	0.69
Sit to stand (sec)	13.99 (4.11)	13.56 (5.54)	0.15	14.93 (5.38)	11.32 (3.06)	0.003*	16.24 (3.62)	16.53 (4.50)	0.92
3 m TUG (sec)	11.09 (3.76)	8.57 (1.69)	0.001*	10.41 (2.45)	8.73 (1.76)	0.010*	12.95 (0.92)	12.14 (3.90)	0.63
One leg balance(sec)	10.12 (13.91)	22.57 (22.79)	0.011*	18.21 (17.50)	24.17 (19.85)	0.098†	5.28 (3.25)	10.55 (10.53)	0.18
Handgrip/BW (kg/kg)	0.29 (0.06)	0.29 (0.06)	0.16	0.33 (0.12)	0.34 (0.12)	0.71	0.29 (0.12)	0.29 (0.12)	0.63

Data are presented as Mean (SD).

Abbreviations: BMI, Body Mass Index (calculated kg/m²); MoCA, Montreal Cognitive Assessment; SOF, Study of Osteoporosis Fracture; FES, Fall Efficacy Scale; IADL, Instrumental Activity of Daily Living; SPPB, Short physical Performance Battery; BW, Body Weight

P<0.05 significant. * Significant difference within the same group = p<0.05; † Tend to be different within the same group =p<0.1

Table 3: Effect of intervention on physical and functional characteristics between groups

	HEPtech Δ T0-T12	YMCA Δ T0-T12	CON Δ T0-T12	HEPtech vs YMCA p value	HEPtech vs CON p value	YMCA vs CON p value
BMI (kg/m ²)	0.27 (0.66)	0.18 (0.99)	0.12 (0.67)	0.52	0.61	0.81
IADL (%)	1.79 (7.14)	1.79 (4.88)	4.76 (12.68)	0.95	0.77	0.70
Cognitive function (MOCA;%)	7.11 (16.23)	4.38 (5.67)	0.91 (41.29)	0.80	0.17	0.17
Co-morbidities (%)	-0.56 (1.55)	-1.19 (1.72)	-0.33 (1.88)	0.29	0.84	0.26
SOF (%)	-2.08 (14.75)	2.08 (8.33)	-8.33 (32.18)	0.32	0.84	0.32
Total SPPB score (x/12)	0.93 (1.16)	1.00 (1.21)	0.67 (1.56)	0.53	0.74	0.51
SPPB-Balance sub-score (x/4)	0.38 (0.62)	0.13 (0.62)	0.08 (0.67)	0.34	0.11	0.59
SPPB-Walking sub-score (x/4)	0.44 (0.63)	0.13 (0.50)	0.33 (0.99)	0.15	0.60	0.66
SPPB-sit to stand sub-score (x/4)	0.13 (0.52)	0.75 (0.86)	0.25 (0.62)	0.023*	0.55	0.099††
Normal walking speed (m/s)	0.15 (0.16)	0.01 (0.12)	0.04 (0.23)	0.007*	0.070††	0.88
Sit to stand (sec)	-0.42 (2.45)	-3.61 (3.71)	1.99 (6.68)	0.009*	0.15	0.004*
3 m TUG (sec)	-2.52 (2.69)	-1.68 (2.07)	-0.81 (4.11)	0.60	0.15	0.44
One leg balance (sec)	12.46 19.82	5.96 (18.60)	5.28 (10.06)	0.97	0.43	0.54
Handgrip/BW (%)	-2.92 (8.17)	3.02 (19.58)	2.49 (28.65)	0.59	0.81	0.45

Data are presented as Mean (SD).

Abbreviations: Δ , delta change; BMI, Body Mass Index; MoCA, Montreal Cognitive Assessment; SOF, Study of Osteoporosis Fracture; IADL, Instrumental Activity of Daily Living; SPPB, Short physical Performance Battery; BW, Body WeightP<0.05 significant; * Δ significantly different between groups between T0 and T12; †† Δ tends to be different between both groups between T0 and T12

Adherence

The HEP group completed an average of 23.4/24 sessions, resulting in an adherence rate of 97.6% whereas the YMCA group completed an average of 21.7/24 sessions planned, which results in an adherence rate of 90.4%.

HEPtech participants reached, in the resistance and balance portion of the exercise program, a compliance rate of 96.1% (IC: 87.5-99.6%) in quantity and 92% in quality (with a range from 89% to 95%). This level of compliance was reached despite a constant increase in the level of difficulty throughout the 12 week intervention (difficulty level at T0:4.2/10 vs. T12: 6.6/10).

Acceptability

The HEPtech participants considered the exercises as easy for 65%, moderate for 23%, difficult for 9% and very difficult for 3% of them. The exercises were perceived by the participants as being “enjoyed a lot” for 59%, “well enjoyed” for 27%, “enjoyed a little” for 12% and “not enjoyed at all” for 2% of them.

DISCUSSION

The main objective of this pilot study was to compare the effects between HEPtech and traditional community-based exercise interventions on functional capacities in an older adult population after a minor injury.

In the present study, we found that HEPtech was associated with comparable results on functional capacities than traditional intervention (YMCA group). Our results are in line with those of previous studies showing that home-based intervention using remote feedbacks induce comparable effects as supervised training (Geraedts et al., 2013). More precisely, HEPtech group significantly improved their pre-post walking speed by +0.15m/s, which is recognized to be clinically significant (Perera et al., 2006). In addition, HEPtech group started from a walking speed close to 0.8 m/s which is associated with higher risk of adverse

events (Abellan Van Kan et al., 2009), to finish with a walking speed at ~1.0 m/s, a cut point known to lower risk of health events and mortality (Abellan Van Kan et al., 2009). Furthermore, both interventions led to a reduction in the risk of fall, as shown by the improvement in TUG (Shumway-Cook et al., 2000) and one leg stand tests (Vellas et al., 1997). 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 et al., 2006). Regarding functional capacities assessed by the SPPB, it has been suggested that a substantial meaningful clinical change (range from 0.4 to 1.5 points (Guralnik et al.) (Perera et al.)) reduces the risk of adverse health outcomes (Vasunilashorn et al., 2009b). Both intervention groups reached this clinical improvement of at least 1 point and reached a score above 10, which is considered the minimal score for non-disabled individuals (Guralnik et al., 1994). Altogether, the results of our study confirmed, as previously shown, that community-based exercise program lead efficiently to health benefits (Barnett et al., 2003; Clemson et al., 2004; Pang et al., 2005).

Finally, our study is the first to use an adaptable and specific gerontechnology (Jintronix) at home and as physical activity training and to confirm its efficiency on physical performance in older adults. In fact, previous intervention studies were based on face-to-face (individual sessions with a professional) and were directed specifically at rehabilitation (Forster et al., 2010) or prevention falls (Cameron et al., 2010). In addition, the use of new exercise technologies has been limited only on home-based nurse care systems (Marek et al., 2014), tele-health to support caregivers (Chi & Demiris, 2015), web based physical activity programs or robots for cardiac (Davies et al., 2010) or neurodegenerative disorders (Sabanovic et al., 2013). In addition, these beneficial physical results are very important since they counteract the barriers cited by previous studies for older adults after a minor injury such as specific schedules, transportation and energy to reach installations (Hill et al., 2011; Rimmer et al., 2008).

The second objective of this study was to confirm, at a larger scale, the adherence and acceptability of this HEP using gerontechnology in older adults after a minor injury. We found that a 12-week physical activity intervention using a gerontechnology was acceptable and led to high adherence in this population. First of all, the adherence rate (97.55%) and the quality of movement (92%) of this HEP intervention are in line those of Schutzer and Graves' review (Schutzer & Graves, 2004) which indicated that older adults' compliance to exercise programs could be achieved through low cost and simple prompt methods such as telephone-supervised follow-ups and motivational interventions. Moreover, we believe that the feedbacks provided by the Jintronix® system, as well as the constant adaptation of individual's difficulty level, contributed to the enhancement of participants' self-efficacy feelings and, consequently, increased their motivation to comply with the prescribed program. Indeed, self-efficacy is known as a strong predictor of compliance to exercise in the elderly population and gradual activity progression is recognized as a contributing factor to motivation (E. M. Phillips et al., 2004). One of the most interesting features this technology as tool for exercising was the possibility to collect objective information, available through the computer system, on adherence and compliance. This feature, not thoroughly examined in past studies, even less in home settings (Skjæret et al., 2016), was found to be a contributing factor to the quality of supervision provided by the kinesiologist and the motivation of participants who progressed efficiently at their own pace.

In addition, sensitivity and perception of participants on new programs and the technology are important, especially in older adults who restrain from practicing physical when they are uncertain about the concordance of an exercise programs with their needs or if they do not find enjoyment during the practice (Allender et al., 2006). Our study reports that 88% of all exercises were considered easy or moderate, which suggests that the program was adapted to the participants' needs. Indeed, according to the American College of Sports Medicine and the American Heart Association, aiming at a vigorous level of intensity of exercise might not be

suitable for all older adults, and the simple fact of reducing the time spent in sedentary activity may provide health (Nelson et al., 2007). Furthermore, based on participant's logbooks, 87% of all exercises were considered a lot or well enjoyed. Those results are in line with Meldrum, Glennon et al. (Meldrum et al., 2012) who reached an acceptability level based on enjoyment of 82% in a study using the Nintendo Wii® Fit Plus and those previously published by Lauzé, Martel et al (Lauzé et al., 2016) who found a 92% on enjoyment using the same gerontechnology. This finding is important since enjoyment is considered one of the main reasons for older adults to participate in physical activities (Allender et al., 2006). The high PLE observed in this study was most likely another contributing factor to high adherence and compliance as not liking doing exercise is often cited as a barrier to exercise by older adults discharged from hospital (Hill et al., 2011).

Finally, the positive results of study show the potential of using technologies as innovative ways to engage the older population in a more physically active way of living and, hence, reduce the burden of age related health problems on the society. Indeed, it has been demonstrated that participation in exercise programs enhances health related fitness, reduces risk taking behavior, and creates financial savings through lower utilization of various healthcare services (Sari, 2011). Finally and most importantly, this intervention was found to be safe for all participants as no adverse events were reported throughout the trial. Overall, our results were consistent with those of Gerling et al. (2012) who reported that exergames are suitable for the elderly, as long as they are adapted to their individual's needs, and can be used as an enjoyable way of staying active.

One of the limitations of this study was that the possible Hawthorne effect. Effectively, the fact that the participants knew they were evaluated during this study could have biased their results since they might have more desire to perform

while being in an evaluation setting. In addition, the number of participants in each group could limit the results and the statistical power. The results regarding acceptability may be biased by the fact that only data of those who remained in the study were analyzed. Finally, the design of the study prevented us from accurately assessing the effects of the HEP on quality of life as perceived physical and mental health status was greatly affected by the very recent injury sustained by the participant, particularly the pain component which was, by design, expected to improve from baseline to the three-month evaluation, even without an intervention. However, this study has also some strength. First, a special attention was taken to provide exactly the same number and type of exercises in both interventions, at home or in the community, allowing us to compare adequately one intervention against the other. In addition, the study design also included a control group.

CONCLUSION

In conclusion, we showed that a HEP using a gerontechnology (Jintronix©) had comparable statistical and clinical effects on functional capacities, more specifically on walking speed, TUG, one leg balance, than a community-based group exercise program. We also confirmed that 12-weeks HEP intervention was feasible, acceptable and safe for community-dwelling older adults after a minor injury. Thus, this HEP intervention using gerontechnology could be an alternative to restrain functional decline in older adults after a minor injury who do not want to leave their house to practice physical activity.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank the YMCA of Cartierville, Sacré-Coeur Hospital and all the participants for their implication in this project.

We also would like to thank Jintronix for the provision of the software and the technical assistance.

This project was funded by MITACS-FQRNT; TVN.

MAL, ML and ME are supported by FRQ-S, DM by MITACS and TVN; MJS by the CIHR.

CHAPITRE IV

DISCUSSION

L'objectif principal de ce projet était de comparer les effets entre deux types d'intervention en activité physique, soit une intervention à domicile utilisant une gérontechnologie (HEPtech) et une intervention dite traditionnelle en groupe dans un centre communautaire (YMCA) sur les capacités fonctionnelles des personnes âgées après une blessure mineure. Des études pilotes ont révélé que cette intervention en activité physique utilisant cette gérontechnologie induirait des effets bénéfiques sur une population âgée vivant dans une résidence (Valiani et al., 2016) et après une blessure mineure (Martel et al., 2016). Cependant, pour confirmer l'efficacité de cette nouvelle intervention, nous devons la comparer à une intervention dite traditionnelle et reconnue pour son efficacité. Or, nos résultats démontrent que cette nouvelle intervention à domicile via une gérontechnologie induit des effets bénéfiques et comparables à une intervention en activité physique en groupe dans un centre communautaire.

Plus spécifiquement, le groupe HEPtech a augmenté significativement et cliniquement sa vitesse de marche de +0.15m/s (Bohannon & Glenney, 2014). Ce sont des résultats positifs et encourageants sachant qu'une vitesse de marche lente est un prédicteur de fragilité, de perte de mobilité, d'hospitalisation et de mortalité chez les personnes âgées (Garcia-Pinillos et al., 2016; Pamoukdjian et al., 2015). Le groupe HEPtech a passé d'une vitesse de marche moyenne de 0.81 m/s, ce qui est près de la vitesse associée à un risque accru d'être victime d'un événement indésirable, à 0.96 m/s après l'intervention qui est proche du repère de 1.0 m/s associé à un meilleur taux de survie (Van Kan et al., 2009).

De plus, les deux groupes d'intervention ont significativement amélioré leur score total au SPPB pendant l'intervention. Or, il est reconnu qu'un score bas au SPPB

est associé à un risque accru de handicap et de mortalité (Guralnik et al., 1994). Plus spécifiquement, les personnes avec un score au SPPB entre 9 et 12 ont 1.5 à 2.1 fois moins de chance de développer des problèmes de mobilité que celles avec un score entre 7 et 9 (Guralnik et al., 1994). Dans notre étude, les deux groupes d'intervention ont montré une amélioration de près de 1 point au score SPPB suite à l'intervention ce qui représente un changement cliniquement important (Perera et al., 2006). De plus, des changements positifs et significatifs ont été observés dans le temps requis pour compléter le test du TUG au sein des deux groupes d'intervention. Or, un temps bas pour compléter le test du TUG est associé à une diminution des risques de chutes chez les personnes âgées (Shumway-Cook et al., 2000). De plus, l'équilibre unipodal, un important prédicteur de chutes chez la personne âgée (Vellas et al., 1997), s'est amélioré significativement dans le groupe à domicile et tend à être significatif dans le groupe du centre communautaire après l'intervention.

Les effets bénéfiques du programme d'activité physique en groupe dans le centre communautaire sur la santé ne sont pas une surprise puisque ce type d'intervention est reconnu comme étant efficace (Barnett et al., 2003; Clemson et al., 2004; Pang et al., 2005). Cependant, des études ultérieures ont aussi démontré que ce genre d'intervention peut ne pas être adapté pour les personnes âgées après une blessure mineure à cause entre autres des horaires prédéterminés et de l'accès aux structures (Mehra et al., 2016; Rimmer et al., 2008). Ces limites affectent le niveau de participation et ses bienfaits (Dishman & Chubb, 1990; Stiggelbout et al., 2004). Les interventions à domicile sont de plus en plus populaires chez les personnes âgées (Karvinen et al., 2007) et le fait d'être plus adaptées pour ce genre de population pourrait augmenter le niveau de participation. Par contre, ce type d'intervention comporte aussi des limites. L'absence de supervision, de suivi et de motivation en font parties (Mehra et al., 2016). Notre étude a mis de l'avant une intervention à domicile utilisant une gérontechnologie qui permet de surmonter les limites des interventions traditionnelles en activité physique à

domicile et celles offertes dans les centres communautaires. Cette nouvelle intervention permet aux participants de suivre leurs séances d'activité physique dans le confort de leur domicile, excluant alors les limites de transport. De plus, ils peuvent effectuer la séance quand ils le veulent excluant la limite des horaires prédéterminés. Tout cela, en offrant supervision et suivi à distance à l'aide de rétroactions offertes en direct par la technologie sans la présence d'un kinésologue en tout temps. Ainsi cette nouvelle intervention surpasse plusieurs limites à la pratique de l'activité physique tout en montrant des résultats comparables à une intervention en groupe supervisée dans un centre communautaire. De plus, bien que le groupe contrôle n'a présenté aucune amélioration significative, un maintien de leur performance physique a été observé. Ces résultats vont dans le sens opposé des études qui démontrent un déclin fonctionnel trois mois suivant une blessure mineure (Shapiro et al., 2001; Sirois et al., 2013). Somme toute, une intervention en activité physique à domicile utilisant une gérontechnologie pourrait être une alternative efficace à la disposition des professionnels de la santé pour prévenir le déclin fonctionnel associé à une blessure mineure chez les personnes âgées et du même coup, augmenter l'engagement à la pratique de l'activité physique chez cette population. Il est important de noter que le groupe contrôle a maintenu ces capacités fonctionnelles trois mois après leur blessure mineure.

D'un autre côté, il est important de souligner que les deux groupes d'intervention ont amélioré leurs fonctions cognitives. Ces résultats vont dans le sens de Maillot et al, qui ont démontré que les personnes âgées pourraient améliorer leurs fonctions cognitives en s'engageant dans un programme d'exercice utilisant des jeux vidéo (24 séances X 1 heure) (Maillot et al., 2012). Il est bien connu que la fragilité induit des diminutions physiques et cognitives (Aubertin-Leheudre et al., 2015). Ainsi, même si les fonctions cognitives n'étaient pas l'objectif premier de cette étude, l'intervention en activité physique à domicile utilisant une gérontechnologie semble être en mesure de contrer les baisses de fragilité physique et cognitive.

Le deuxième objectif était de confirmer la faisabilité et l'acceptabilité d'une intervention en activité physique à domicile utilisant une gérontechnologie chez des personnes âgées après une blessure mineure. Nous avons trouvé qu'un programme d'activité physique via une gérontechnologie de 12 semaines est faisable et acceptable dans une large portion pour cette population. Plus spécifiquement, l'adhérence évaluée lors de cette intervention était de 97.6% (23 des 24 séances prévues ont été effectuées en moyenne). De plus, les 18 participants ont fait 95.9% des répétitions totales prescrites (90 825/94 638 répétitions maximales) et ont atteint une moyenne de 92.0% dans la qualité des mouvements demandés. Ces résultats s'alignent avec ceux de la revue de littérature de Schutzer and Graves qui indique qu'une haute conformité peut être atteinte avec un programme d'activité physique à faible coût et utilisant de simples méthodes de suivi comme des appels téléphoniques et de la motivation (Schutzer & Graves, 2004). Les rétroactions, les paramètres personnalisables des exercices et l'adaptation des niveaux de difficulté à distance de la gérontechnologie Jintronix ont contribué à motiver les participants en plus d'augmenter leur sentiment d'auto-efficacité. En effet, la progression graduelle du niveau de difficulté du programme d'exercice est reconnue comme étant un motivateur à la pratique de l'activité physique chez les personnes âgées (Phillips et al., 2004). Nous croyons alors que cette fonctionnalité, offerte à distance avec le logiciel Jintronix, a eu un effet positif sur l'adhérence et la conformité.

Au niveau de l'acceptabilité, il est reconnu que les personnes âgées peuvent s'empêcher de pratiquer de l'activité physique lorsqu'ils sont incertains quant à la concordance du programme d'exercice ou lorsqu'ils ne trouvent pas plaisir pendant la pratique (Allender et al., 2006). C'est pourquoi la sensibilité et la perception des participants auprès d'une nouvelle technologie sont importantes afin d'évaluer l'acceptabilité d'une intervention. Basés sur les journaux de bord

des participants, 88% des exercices ont été considérés comme étant faciles ou légèrement difficiles et 87% des exercices ont été bien et beaucoup appréciés. Ces résultats sont en adéquation avec ceux de Meldrum et al. (2012) qui ont atteint un niveau d'appréciation de 82% avec la Nintendo Wii Fit Plus et de ceux de Lauzé et al. (2016) qui ont atteint un niveau d'appréciation de 92% en utilisant la même technologie. On peut donc conclure que cette intervention à domicile utilisant une gérontechnologie est acceptable parce qu'elle a atteint 80% et plus dans les paramètres d'acceptabilité.

Finalement, aucun évènement indésirable comme une chute ou un malaise n'a été rapporté pendant cette étude. Ces résultats confirment une étude suggérant que l'activité à l'aide d'une gérontechnologie est appropriée pour les personnes âgées si elle est adaptée et agréable pour le participant (Gerling et al., 2012). Ainsi, cette intervention à domicile via une gérontechnologie (Jintronix) est faisable, acceptable et sécuritaire pour des personnes âgées après une blessure mineure.

4.1 Perspectives futures

Même si nous avons démontré les bienfaits et la faisabilité d'une intervention en activité physique à domicile utilisant une gérontechnologie chez des personnes âgées après une blessure mineure, cette intervention étant relativement nouvelle, de futures études pourront maintenant évaluer sa faisabilité et efficacité auprès d'autres populations telles que chez des personnes atteintes de déficiences cognitives. Au Canada, 750 000 de personnes sont atteintes de la maladie d'Alzheimer ou autre maladie cognitive et d'ici 15 ans, ils seront 1,4 million (Société D'alzheimer De Québec, 2017). Sachant que les individus atteints d'Alzheimer peuvent présenter un déclin fonctionnel rapide suite à une déficience cognitive assez sévère (Suh et al., 2004), il serait très intéressant de voir si des individus atteints de la maladie d'Alzheimer seraient en mesure d'utiliser cette

gérontechnologie. Néanmoins, nous sommes conscients de la difficulté cognitive, ainsi, il serait important de vérifier la différence quantitative du nombre de suivis nécessaires (exemples : appel téléphonique, séance supervisée) à la réussite d'une telle intervention chez cette clientèle et de sa répercussion sur les proches aidants ou professionnels de santé. Ainsi, il faudra mesurer le coût-bénéfice d'une telle mesure en rapportant le coût humain (aide à l'utilisation) sur les effets physiques et cognitifs de cette pratique.

D'autre part, l'étude ici présente visait les personnes âgées vivant dans la communauté. Les personnes âgées vivant en résidence pour aînés pourraient aussi bénéficier de ce genre d'intervention. Malgré les installations sportives offertes dans ces lieux, les personnes âgées vivant en résidence ne sont pas actives. En effet, selon une étude réalisée aux États-Unis, les personnes âgées vivant en résidence passent en moyenne 84 à 92% de leur temps dans des positions sédentaires comme assises ou couchées (Macrae et al., 1996). Plusieurs barrières sont citées chez ces individus quant à la pratique de l'activité physique. Or, une étude pilote réalisée dans une résidence en Floride, aux États-Unis, a démontré que la même gérontechnologie induisait des effets bénéfiques au niveau fonctionnel des participants (Valiani et al., 2016). Néanmoins, le nombre de participants, la durée et le manque de groupe contrôle et de groupe comparatif ne permettent pas de confirmer sa supériorité. Ainsi, il serait intéressant et important de vérifier la faisabilité d'une telle intervention dans nos résidences du Québec et voir si les effets sont bénéfiques pour cette population puisque 18.5% des aînés de 75 ans et plus y vivent (Société Canadienne D'hypothèque Et De Logement, 2015).

Lors de cette étude, les participants ont semblé apprécier grandement la technologie. Cependant, l'utilisation de cette technologie se fait seule au sein de

leur domicile et amène donc à une sorte d'isolement. De l'autre côté, lors de cette étude, l'intervention de groupe dans un centre communautaire a aussi été très populaire et l'effet de groupe en a été pour beaucoup. En effet, les individus, surtout les personnes âgées, apprécient énormément le côté social lors de la pratique de l'activité physique. Il serait bien de voir dans de futures études si ces deux types d'intervention pouvaient s'unir pour n'en faire qu'une seule. En effet, la gérontechnologie pourrait être vue comme une première étape de remise en condition afin de permettre aux personnes âgées qui ressentent une peur de chuter après une blessure mineure de ressortir de chez eux en leur redonnant confiance sur leur perception de santé. De plus, le Québec étant une grande province, tous nos aînés n'ont pas accès à des centres communautaires avec des programmes spécialisés. Ainsi cette gérontechnologie pourrait nous permettre de ralentir leur perte d'autonomie et donc les coûts de santé. Cependant, avant de penser à implanter ce genre d'intervention à grande échelle, il faudrait faire une étude pour vérifier si les bénéfices engendrés par ce genre d'intervention surpassent ces coûts.

Finalement, avec les avancées technologiques et le futur de Jinxtronix, il est facile d'imaginer les personnes de partout à travers la région (ou même du pays) se connectant et interagissant avec les autres personnes connectées lors de leurs séances et cela, dans le confort de leur domicile.

Dans son ensemble, avec la population vieillissante et les nouvelles technologies grandissantes dans le monde, le nombre d'études impliquant les gérontechnologies et les personnes âgées n'en sont qu'à leurs débuts et créent actuellement une effervescence dans la communauté scientifique.

CONCLUSION

En conclusion, un programme d'activité physique à domicile utilisant une gérontechnologie, en plus d'être faisable, acceptable et sécuritaire, a des effets comparables sur les capacités fonctionnelles telles que la vitesse de marche, le TUG et l'équilibre unipodal à ceux d'un programme d'activité physique en groupe dans un centre communautaire chez des personnes âgées vivant dans la communauté après une blessure mineure. Ainsi, cette gérontechnologie pourrait être une nouvelle alternative pour diminuer le déclin fonctionnel chez ces personnes qui sont souvent fragilisées par cet événement, augmentant ainsi leur sédentarité et pour qui le déplacement hors de leur domicile est une barrière à la pratique à l'activité physique. À long terme, si l'option d'une telle intervention est proposée aux personnes âgées suite à une blessure mineure, les chances de réadmission aux urgences pourraient être diminuées et le système de santé pourrait en bénéficier monétairement.

ANNEXES

ANNEXE A. CERTIFICATS ÉTHIQUES



HÔPITAL DU SACRÉ-CŒUR
DE MONTRÉAL

HSCM *Donés pour la vie*

Comité d'éthique de la recherche et de l'évaluation des technologies de la santé

Le 26 août 2015

Docteur Raoul Daoust, M.D.
Médecine d'urgence
CIUSSS du Nord-de-l'Île-de-Montréal
Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal

N/Réf : MP-20-2016-2441
N/Réf HSCM : 2016-1192 (F)

Objet : Autorisation de réaliser la recherche suivante :
- Protocole intitulé «La technologie JINTRONIX à domicile dans le but de prévenir le déclin fonctionnel chez les aînés pré-fragile et fragile encore autonomes qui consultent les urgences»
- Organisme subventionnaire : TVN

Docteur,

Il nous fait plaisir de vous autoriser à réaliser la recherche identifiée en titre sous les auspices du CIUSSS du Nord-de-l'Île-de-Montréal.

Cette autorisation vous permet de réaliser la recherche dans les lieux suivants :

- L'Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal

Cette autorisation vous est accordée sur la foi des documents que vous avez déposés auprès de notre établissement, notamment la lettre du CER évaluateur du CHU de Québec portant la date du 3 août 2015 qui établit que votre projet de recherche a fait l'objet d'un examen scientifique et d'un examen éthique dont le résultat est positif. Si ce CER vous informe pendant le déroulement de cette recherche d'une décision négative portant sur l'acceptabilité éthique de cette recherche, vous devrez considérer que la présente autorisation de réaliser la recherche sous les auspices de notre établissement est, de ce fait, révoquée à la date que porte l'avis du CER évaluateur.

Centre affilié universitaire
superspécialisé

Pavillon principal
5400, boul. Gouin Ouest
Montréal (Québec) H3J 1C9

Pavillon Albert-Prévost
6295, boul. Gouin Ouest
Montréal (Québec) H3K 0R3

T 514 338-3223
www.hscm.ca

Université
de Montréal

Cette autorisation suppose également que vous respecterez les modalités énoncées ci-après.

Notre établissement a reçu une copie de la version finale des documents se rapportant à la recherche, approuvée par le CER évaluateur.

Si un suivi s'avère nécessaire lors de l'utilisation de ces documents dans notre établissement, vous voudrez bien vous adresser à Madame Julie Hammanji au (514) 338-2222 poste 3581.

Cette autorisation de réaliser la recherche suppose également que vous vous engagez :

- 1) à vous conformer aux demandes du CER évaluateur, notamment pour le suivi éthique continu de la recherche;
- 2) à rendre compte au CER évaluateur et à la [su] signataire de la présente autorisation du déroulement du projet, des actes de votre équipe de recherche, s'il en est une, ainsi que du respect des règles de l'éthique de la recherche;
- 3) à respecter les moyens relatifs au suivi continu qui ont été fixés par le CER évaluateur;
- 4) à conserver les dossiers de recherche pendant la période fixée par le CER évaluateur, après la fin du projet, afin de permettre leur éventuelle vérification;
- 5) à respecter les modalités arrêtées par notre établissement au regard du mécanisme d'identification des sujets de recherche, à savoir :

[...] la tenue à jour et la conservation de la liste à jour des sujets de recherche recrutés sous les auspices de notre établissement. Cette liste devra nous être fournie sur demande.

La présente autorisation peut être suspendue ou révoquée par notre établissement en cas de non-respect des conditions établies. Le CER évaluateur en sera alors informé.

Vous consentez également à ce que notre établissement communique aux autorités compétentes des renseignements personnels qui sont nominatifs au sens de la loi en présence d'un cas avéré de manquement à la conduite responsable en recherche de votre part lors de la réalisation de cette recherche.

Je vous invite à entrer en communication avec moi pendant le déroulement de cette recherche, si besoin est. Vous pouvez aussi solliciter l'appui de notre CER en vous adressant à Madame Julie Hammanji au (514) 338-2222 poste 3581 pour obtenir les conseils et le soutien voulu.

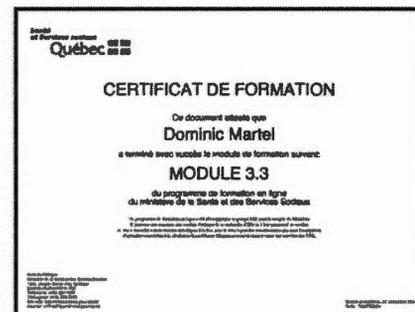
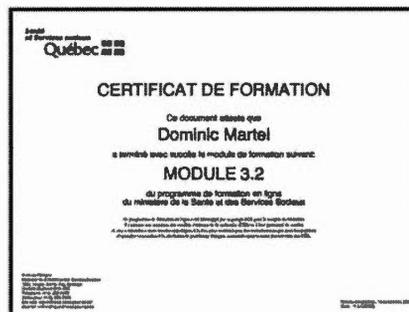
En terminant, je vous demanderais de toujours mentionner dans votre correspondance au sujet de cette recherche le numéro attribué à votre demande par notre établissement ainsi que le numéro attribué au projet de recherche par le CER évaluateur.

Veuillez recevoir, Docteur, l'assurance de nos salutations distinguées.



Frédéric Abergel, Ph. D, CHE
Président-directeur général adjoint

c. c. : Madame Ana Marin, Ph. D., Présidente du CER évaluateur
Madame Chantal Lambert, Ph. D., Présidente du CER de l'établissement
Docteure Marie-Josée Sirois, Chercheuse principale au CHU de Québec



ANNEXE B. QUESTIONNAIRE DE RECRUTEMENT; LES ACTIVITÉS DE LA VIE QUOTIDIENNE (AVQ)

Québec <input type="checkbox"/>	SS <input type="checkbox"/>	Hamilton <input type="checkbox"/>	Nom de l'évaluateur : _____
Ottawa <input type="checkbox"/>	CC <input type="checkbox"/>	Toronto <input type="checkbox"/>	Date (AAAA/MM/JJ): _____
Montréal <input type="checkbox"/>		Calgary <input type="checkbox"/>	

DÉPISTAGE : CRITÈRES D'INCLUSION

[SEX] Indiquer le sexe du patient : M F

[DS 1] Quel est votre âge ? _____ < 65 ans > EXCLURE ≥ 65 ans > Passer à [DS 4]

[DS 5] Où vivez-vous actuellement ?

CHSLD/Centre d'hébergement ou autre installation avec préposés aux soins quotidiens... 1 > EXCLURE

Domicile seul(e) sans aide... 2

Domicile seul(e) avec soutien à domicile (privé ou public)... 7

Domicile avec famille (conjoint et/ou proches)... 3

Domicile avec famille et aide supplémentaire (CLSC/privé)... 4

Appartement pour personnes âgées autonomes et semi-autonomes... 5

Autre préciser : _____ 6

ACTIVITÉS DE LA VIE QUOTIDIENNE (AVQ)

J'aimerais vous poser quelques questions sur vos activités quotidiennes. J'aimerais savoir si vous pouvez accomplir ces tâches sans aide, avec de l'aide, ou si vous en êtes totalement incapable. S'il vous plaît, parlez-moi de votre situation d'avant votre blessure lorsque vous répondez aux questions. (ne lisez pas ces exemples de façon routinière.) R= refus, NSP = ne sais pas

[ADL 1]	Est-ce que vous pouvez manger...	<input type="checkbox"/> sans aide?	<input type="checkbox"/> avec de l'aide? (besoin d'aide pour couper les aliments)	<input type="checkbox"/> ou est-ce que vous êtes absolument incapable de vous alimenter?	<input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/> NSP
[ADL 2]	Est-ce que vous pouvez vous habiller et vous déshabiller...	<input type="checkbox"/> sans aide?	<input type="checkbox"/> avec de l'aide? (pour les boutons, les fermetures etc...)	<input type="checkbox"/> ou est-ce que vous êtes absolument incapable de vous habiller et de vous déshabiller?	<input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/> NSP
[ADL 3]	Est-ce que vous pouvez veiller vous-même à votre propre apparence, (par exemple : vous peigner et [pour les hommes] vous raser)...	<input type="checkbox"/> sans aide?	<input type="checkbox"/> avec de l'aide?	<input type="checkbox"/> ou est-ce que vous êtes absolument incapable de veiller vous-même à votre apparence?	<input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/> NSP
[ADL 4]	Est-ce que vous pouvez marcher ...	<input type="checkbox"/> sans aide? (canne acceptée)	<input type="checkbox"/> avec de l'aide? (usage régulier d'une aide à la marche telle qu'une marchette ou une personne)	<input type="checkbox"/> ou est-ce que vous êtes absolument incapable de marcher?	<input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/> NSP
[ADL 5]	Est-ce que vous pouvez vous mettre au lit et vous relever....	<input type="checkbox"/> sans aide?	<input type="checkbox"/> avec de l'aide? (de la part de quelqu'un ou au moyen d'un appareil)	<input type="checkbox"/> ou est-ce que vous êtes absolument incapable de vous lever sans l'aide de quelqu'un qui vous soulève?	<input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/> NSP
[ADL 6]	Est-ce que vous pouvez prendre un bain ou une douche....	<input type="checkbox"/> sans aide? (peut utiliser des barres d'appui)	<input type="checkbox"/> avec de l'aide? (de la part de quelqu'un ou au moyen d'un appareil)	<input type="checkbox"/> ou est-ce que vous êtes absolument incapable de prendre un bain ou une douche?	<input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/> NSP
[ADL 7]	Est-ce que vous pouvez aller à la salle de bain ou à la toilette....	<input type="checkbox"/> sans aide?	<input type="checkbox"/> avec de l'aide?	<input type="checkbox"/> ou est-ce que vous êtes absolument incapable d'aller à la toilette sans l'aide de quelqu'un?	<input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/> NSP
Chaque résultat est 2 « Sans aide » (case grise) <input type="checkbox"/> Oui > Éligible <input type="checkbox"/> Non > Exclure					

ANNEXE C. QUESTIONNAIRE SOCIODÉMOGRAPHIQUE

[ORI] Origine ethnique :

Caucasien.....	<input type="checkbox"/> 1	Asie de l'Est.....	<input type="checkbox"/> 5
Noir.....	<input type="checkbox"/> 2	Moyen Orient.....	<input type="checkbox"/> 6
Sud Asiatique.....	<input type="checkbox"/> 3	Afrique du nord.....	<input type="checkbox"/> 7
Latino.....	<input type="checkbox"/> 4	Autres.....	<input type="checkbox"/> 8

[SCOL] Quel est le plus haut niveau de scolarité que vous avez complété ?

Primaire (1 à 7 années).....	1
Secondaire (8 à 12 années).....	2
Cégep ou collège (13 à 15 années).....	3
Université (16 et + années).....	4
Autre.....	5 préciser : _____
Refus ou ne sait pas.....	9

[MARI] Quel est votre état matrimonial actuel ?

Marié(e).....	1
Union de fait.....	2
Divorcé(e)/séparé(e).....	3
Veuf ou veuve.....	4
Célibataire, jamais marié(e).....	5
Autre.....	6 préciser : _____

[OCC] Quel est votre occupation/activité principale ? (on peut cocher plusieurs réponses)

Travail à temps plein.....	1
Travail à temps partiel.....	2
Retraité.....	3
Bénévolet.....	4
Autre.....	5 préciser : _____
Refus ou ne sait pas.....	9

ANNEXE D. QUESTIONNAIRE SUR LES COMORBIDITÉS ACTUELLES

Avez-vous un ou plusieurs des problèmes de santé suivants <u>présentement</u> ?		OUI	NON	R/NSP
[Comor.1]	Sérieux maux de dos, de cou ou de la colonne, douleur importante aux genoux, hanches ou pieds.	1	0	9
[Comor.2]	Arthrite, arthrose, rhumatisme, ostéoporose	1	0	9
[Comor.3]	Problèmes sérieux de muscle ou de tendon (douleur généralisée telle la fibromyalgie)	1	0	9
[Comor.4]	Troubles respiratoires (emphysème, asthme, bronchite chronique, MPOC)	1	0	9
[Comor.5]	Problèmes métaboliques (diabète, hypothyroïdie, etc.)	1	0	9
[Comor.6]	Maladies cardiaques	1	0	9
[Comor.7]	Cancer	1	0	9
[Comor.8]	Maladies des yeux qui limitent la vision (cataractes, glaucome, maladies de la rétine, etc.)	1	0	9
[Comor.9]	Maladies des oreilles qui limitent l'audition	1	0	9
[Comor.10]	Santé mentale (dépression, problèmes psy, bipolaire, schizophrénie...)	1	0	9
[Comor.11]	Migraine et maux de tête fréquents	1	0	9
[Comor.12]	Maladie de Parkinson	1	0	9
[Comor.13]	Périodes de grande nervosité ou d'irritabilité	1	0	9
[Comor.14]	Périodes de confusion ou de perte de mémoire fréquentes et importantes	1	0	9
[Comor.15]	Problèmes gastro-intestinaux (ulcères, diarrhée, incontinence, etc.)	1	0	9
[Comor.16]	Problèmes urinaires ou des reins (insuffisances rénales, incontinence, etc.)	1	0	9
[Comor.17]	Hypertension artérielle	1	0	9
[Comor.18]	Hypercholestérolémie	1	0	9
[Comor.19]	Problème d'équilibre	1	0	9
[Comor.20]	Tremblements non-parkinsonien.	1	0	9
[Comor.21]	Autres (préciser): _____	1	0	9

ANNEXE E. QUESTIONNAIRE SUR LA PRISE DE MÉDICAMENTS

MED Quels médicaments prenez-vous présentement ?

⁸ Aucun ² Réponse personnelle ⁹ Refuse ou ne sait pas
 ¹ Liste de la pharmacie (joindre au questionnaire)

- | | | | |
|----|-------|-----|-------|
| 1. | _____ | 6. | _____ |
| 2. | _____ | 7. | _____ |
| 3. | _____ | 8. | _____ |
| 4. | _____ | 9. | _____ |
| 5. | _____ | 10. | _____ |

NAE Quels vitamines ou produits de santé naturel prenez-vous présentement ?

⁸ Aucun ² Réponse personnelle ⁹ Refuse ou ne sait pas
 ¹ Liste de la pharmacie (joindre au questionnaire)

- | | | | |
|----|-------|----|-------|
| 1. | _____ | 3. | _____ |
| 2. | _____ | 4. | _____ |

**ANNEXE F. QUESTIONNAIRE DES ACTIVITÉS INSTRUMENTALES DE LA
VIE QUOTIDIENNE (AIVQ)**

[ADE 8]	Est-ce que vous pouvez utiliser le téléphone...				
2-	sans aide? (y compris consulter l'annuaire et composer des numéros)	1-	avec de l'aide? (répond au téléphone, appelle le 911 en cas d'urgence, mais besoin d'un téléphone spécial ou d'aide pour trouver des numéros)	0-	ou est-ce que vous êtes absolument incapable d'utiliser le téléphone?
					7- R 8 NSP
[ADE 9]	Est-ce que vous pouvez vous rendre à un endroit très éloigné, c'est-à-dire, un endroit trop loin pour s'y rendre à pied...				
2-	sans aide? (voyager seul en autobus en taxi ou dans votre propre voiture)	1-	avec de l'aide? (besoin que quelqu'un vous aide ou vous accompagne lors des déplacements)	0-	ou est-ce que vous êtes absolument incapable de vous déplacer à moins que des dispositions spéciales soient prises?
					7- R 8- NSP
[ADE 10]	Est-ce que vous pouvez faire votre épicerie ou aller vous acheter des vêtements...				
2-	sans aide? (faites vous-même vos courses)	1-	avec de l'aide? (besoin que quelqu'un vous aide ou vous accompagne lors de vos courses)	0-	ou est-ce que vous êtes absolument incapable de faire vos courses?
					7- R 8 NSP
[ADE 11]	Est-ce que vous pouvez préparer vos repas...				
2-	sans aide? (organiser, préparer des repas complets)	1-	avec de l'aide? (préparer certains repas, mais pas des repas complets)	0-	ou est-ce que vous êtes absolument incapable de préparer des repas?
					7- R 8 NSP
[ADE 12]	Est-ce que vous pouvez faire vos tâches domestiques...				
2-	sans aide? (laver le plancher, etc)	1-	avec de l'aide? (faire des travaux légers, mais pas de gros travaux)	0-	ou est-ce que vous êtes absolument incapable de faire vos tâches domestiques?
					7- R 8 NSP
[ADE 13]	Est-ce que vous pouvez prendre vos médicaments....				
2-	sans aide? (la bonne dose au moment prescrit)	1-	avec de l'aide? (prendre des médicaments si quelqu'un les prépare ou vous le rappelle)	0-	ou est-ce que vous êtes absolument incapable de prendre vos médicaments?
					7- R 8- NSP
[ADE 14]	Est-ce que vous pouvez gérer votre argent....				
2-	sans aide?	1-	avec de l'aide? (faire des achats quotidiens, mais vous avez besoin d'aide pour utiliser votre chéquier et payer des factures)	0-	ou est-ce que vous êtes absolument incapable de gérer votre argent?
					7- R 8 NSP

ANNEXE G. QUESTIONNAIRE DU NIVEAU D'ACTIVITÉ PHYSIQUE (RAPA)

[PHYSvig] Faites-vous des activités vigoureuses telles que le simulateur d'escalier, jogging ou course à pied, tennis, racquetball, badminton??	<input type="checkbox"/> ¹ Oui ▶ <input type="checkbox"/> ⁰ Non ▼	[PHYSfreq] Quelle est la fréquence habituelle de ces activités? <input type="checkbox"/> ⁵ toutes les semaines, mais moins de 20 minutes par jour ou 3 jours par semaine (▼ question suivante) <input type="checkbox"/> ⁷ toutes les semaines, plus de 20 minutes par jour, plus de 3 jours par semaine (stop ici)
[PHYSmod] Faites-vous des activités modérées (marche rapide, classe d'aérobic, entraînement musculaire, natation de rythme léger)	<input type="checkbox"/> ¹ Oui ▶ <input type="checkbox"/> ⁰ Non ▼	[PHYSfreq] Quelle est la fréquence habituelle de ces activités? <input type="checkbox"/> ² pas toutes les semaines (▼ question suivante) <input type="checkbox"/> ⁴ toutes les semaines, mais moins de 30 minutes par jour ou 5 jours par semaine <input type="checkbox"/> ⁶ toutes les semaines, plus de 30 minutes par jour, plus de 5 jours par semaine (stop ici)
[PHYSlit] Faites-vous des activités légères telles que des promenades, étirements, passer l'aspirateur, travaux légers de jardinage?	<input type="checkbox"/> ¹ Oui ▶ <input type="checkbox"/> ⁰ Non ^a	[PHYSfreq] Quelle est la fréquence habituelle de ces activités? <input type="checkbox"/> ² pas toutes les semaines <input type="checkbox"/> ³ toutes les semaines <input type="checkbox"/> ¹ rarement ou jamais
[PHYSforc] En général, faites-vous des activités pour améliorer votre force musculaire, tels que la levée de poids ou la gymnastique musculaire, au moins une fois par semaine?		<input type="checkbox"/> ¹ Oui <input type="checkbox"/> ⁰ Non
[PHYSflex] En général, faites-vous des activités pour améliorer votre flexibilité, tels que les étirements ou le yoga, au moins une fois par semaine?		<input type="checkbox"/> ¹ Oui <input type="checkbox"/> ⁰ Non

ANNEXE H. QUESTIONNAIRE DE LA FRAGILITÉ (SOF)

[LOSS] Dans la dernière année, avez-vous perdu plus de 10 lbs-5 kg (ou 5% de votre poids) de manière non-intentionnelle, c'est-à-dire une perte de poids qui ne serait pas due à une diète ou à de l'exercice physique?	<input type="checkbox"/> ¹ Oui <input type="checkbox"/> ⁰ Non
[ENERGY] Durant la semaine avant votre incident, vous sentiez-vous plein d'énergie?	<input type="checkbox"/> ¹ Oui <input type="checkbox"/> ⁰ Non
[STAND] Veuillez croiser vos bras votre poitrine, Pouvez-vous vous relever de votre chaise 5 fois de suite sans utiliser les accoudoirs? <i>Si cela prend plus de 30 secondes, arrêter le test et fournissez vos observations.</i>	
Le patient a été capable de se relever de la chaise sans aide à chacun des 5 essais.	<input type="checkbox"/> ¹ Oui <input type="checkbox"/> ⁰ Non
Le patient a eu besoin d'utiliser ses mains pour l'équilibre en se relevant de la chaise à une ou deux tentatives.	<input type="checkbox"/> ¹ Oui <input type="checkbox"/> ⁰ Non
Le patient tombait sur la chaise plutôt que de s'y asseoir une ou deux fois.	<input type="checkbox"/> ¹ Oui <input type="checkbox"/> ⁰ Non

Observations: _____

Ne peut le faire en raison de sa condition physique (blessure ou condition pré-existante)

ANNEXE J- TEST DE PERFORMANCES PHYSIQUES

SHORT PHYSICAL PERFORMANCE BATTERY TEST (SPPB)

Description (Français)		Description (English)	
Vitesse de marche (test sur 4 m)	Temps (secondes) _ , _ _ _	Non réalisable	0
		> 8.70 sec	1
		6.21 - 8.70 sec	2
		4.82 - 6.20 sec	3
		< 4.82 sec	4
Se Lever 5 fois d'une chaise	Temps (secondes) _ _ _ , _ _ _	Non réalisable	0
		≥16.70 sec	1
		13.70 – 16.69 sec	2
		11.20 – 13.69 sec	3
		≤ 11.19 sec	4
Tests d'équilibre	Equilibre pieds joints non maintenu 10 secondes		0
	Equilibre pieds joints maintenus 10 secondes Mais l'équilibre en semi tandem ne peut être maintenu 10 secondes		1
	Equilibre semi tandem maintenu 10 secondes Mais incapacité à conserver l'équilibre en position tandem plus de 2 secondes		2
	Equilibre en position tandem maintenu de 3 à 9 secondes		3
	L'équilibre en position tandem est maintenu 10 secondes		4
SCORE TOTAL			

BIBLIOGRAPHIE

- Abellan Van Kan, G., Rolland, Y., Andrieu, S., Bauer, J., Beauchet, O., Bonnefoy, M., . . . Vellas, B. (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.
- Agence de la santé publique du Canada. (2014). *Senior' falls in Canada*.
- Ahmed, N., Mandel, R., & Fain, M. J. (2007). Frailty: An Emerging Geriatric Syndrome. *The American Journal of Medicine*, 120(9), 748-753.
- Allender, S., Cowburn, G., & Foster, C. (2006). Understanding participation in sport and physical activity among children and adults: a review of qualitative studies. *Health Education Research*, 21(6), 826-835.
- Alvarado, B. E., Zunzunegui, M.-V., Béland, F., & Bamvita, J.-M. (2008). Life course social and health conditions linked to frailty in Latin American older men and women. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 63(12), 1399-1406.
- American College of Sports Medicine. (2013). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*: Lippincott Williams & Wilkins.
- Anne, B. N., Jung Sun, L., Marjolein, V., Bret, H. G., Stephen, B. K., Frances, A. T., . . . Tamara, B. H. (2005). Weight change and the conservation of lean mass in old age: the Health, Aging and Body Composition Study. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 82(4), 872-878.
- Araujo, A., Chiu, G., Kupelian, V., Hall, S., Williams, R., Clark, R., & McKinlay, J. (2010). Lean mass, muscle strength, and physical function in a diverse population of men: a population-based cross-sectional study. *BMC Public Health*, 10(1), 508.
- Arcand-Hébert. (2007). *Précis de gériatrie*.
- Artero, E. G., Lee, D. C., Ruiz, J. R., Sui, X., Ortega, F. B., Church, T. S., . . . Blair, S. N. (2011). A prospective study of muscular strength and all-cause mortality in men with hypertension. *J Am Coll Cardiol*, 57(18), 1831-1837.

- Ashworth, N. L., Chad, K. E., Harrison, E. L., Reeder, B. A., & Marshall, S. C. (2005). Home versus center based physical activity programs in older adults. *The Cochrane Library*.
- Aslan, D., Özcebe, H., Temel, F., Takmaz, S., Topatan, S., Şahin, A., . . . Tanrıverdi, B. (2008). What influences physical activity among elders? A Turkish experience from Ankara, Turkey. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 46(1), 79-88.
- Aubertin-Leheudre, M., Woods, A. J., Anton, S., Cohen, R., & Pahor, M. (2015). Frailty Clinical Phenotype: A Physical and Cognitive Point of View *Frailty: Pathophysiology, Phenotype and Patient Care* (Vol. 83, pp. 55-64): Karger Publishers.
- Balboa-Castillo, T., León-Muñoz, L. M., Graciani, A., Rodríguez-Artalejo, F., & Guallar-Castillón, P. (2011). Longitudinal association of physical activity and sedentary behavior during leisure time with health-related quality of life in community-dwelling older adults. *Health Qual Life Outcomes*, 9, 47.
- Barbat-Artigas, Rolland, Y., Zamboni, M., & Aubertin-Leheudre, M. (2012). How to assess functional status: A new muscle quality index. *The journal of nutrition, health & aging*, 16(1), 67-77.
- Barbat-Artigas, S., Pion, C. H., Leduc-Gaudet, J.-P., Rolland, Y., & Aubertin-Leheudre, M. (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., Rolland, Y., Cesari, M., van Kan, G. A., Vellas, B., & Aubertin-Leheudre, M. (2012). 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*, gls254.
- Barnett, A., Smith, B., Lord, S. R., Williams, M., & Baumand, A. (2003). Community-based group exercise improves balance and reduces falls in at-risk older people: a randomised controlled trial. *Age and Ageing*, 32(4), 407-414.
- Bassey, E. J., Bendall, M. J., & Pearson, M. (1988). Muscle strength in the triceps surae and objectively measured customary walking activity in men and women over 65 years of age. *Clin Sci (Lond)*, 74(1), 85-89.
- Baumgartner, Koehler, K. M., Gallagher, D., Romero, L., Heymsfield, S. B., Ross, R. R., . . . Lindeman, R. D. (1998). Epidemiology of Sarcopenia among the Elderly in New Mexico. *American Journal of Epidemiology*, 147(8), 755-763.

- Baumgartner, R. N. (2000). Body Composition in Healthy Aging. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 904(1), 437-448.
- Bengtson, V. L., Gans, D., Putney, N. M., & Silverstein, M. (2009). Theories about age and aging. *Handbook of theories of aging*, 2, 3-23.
- Biddle, S. J. H. (2007). Sedentary Behavior. *American Journal of Preventive Medicine*, 33(6), 502-504.
- Bieryła, K. A., & Dold, N. M. (2013). Feasibility of Wii Fit training to improve clinical measures of balance in older adults. *Clinical interventions in aging*, 8, 775.
- Blocker Jr, W. (1992). Maintaining functional independence by mobilizing the aged. *Geriatrics*, 47(1), 42, 48-50, 53 passim.
- Bloomfield, S. A. (1997). Changes in musculoskeletal structure and function with prolonged bed rest. *Medicine and science in sports and exercise*, 29(2), 197-206.
- Bohannon, R. W., & Glenney, S. S. (2014). Minimal clinically important difference for change in comfortable gait speed of adults with pathology: a systematic review. *Journal of evaluation in clinical practice*, 20(4), 295-300.
- Bowen, M. E. (2012). The Relationship Between Body Weight, Frailty, and the Disablement Process. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 67(5), 618-626.
- Bower, K. J., Clark, R. A., McGinley, J. L., Martin, C. L., & Miller, K. J. (2014). Clinical feasibility of the Nintendo Wii™ for balance training post-stroke: a phase II randomized controlled trial in an inpatient setting. *Clinical Rehabilitation*, 28(9), 912-923.
- Brill, P. A., Macera, C. A., Davis, D. R., Blair, S. N., & Gordon, N. (2000). Muscular strength and physical function. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32(2), 412.
- Brown, C. A. (2015). Successful Aging *The Encyclopedia of Adulthood and Aging*: John Wiley & Sons, Inc.
- Bruce, D. G., Devine, A., & Prince, R. L. (2002). Recreational physical activity levels in healthy older women: the importance of fear of falling. *Journal of the American Geriatrics Society*, 50(1), 84-89.

- Buchner, D. M., Cress, M. E., Esselman, P. C., Margherita, A. J., de Lateur, B. J., Campbell, A. J., & Wagner, E. H. (1996). Factors associated with changes in gait speed in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 51(6), M297-302.
- Buman, M. P., Hekler, E. B., Haskell, W. L., Pruitt, L., Conway, T. L., Cain, K. L., . . . King, A. C. (2010). Objective Light-Intensity Physical Activity Associations With Rated Health in Older Adults. *American Journal of Epidemiology*, 172(10), 1155-1165.
- Cameron, I. D., Murray, G. R., Gillespie, L. D., Robertson, M. C., Hill, K. D., Cumming, R. G., & Kerse, N. (2010). Interventions for preventing falls in older people in nursing care facilities and hospitals. *Cochrane Database Syst Rev*, 1(1).
- Campbell, A., Mutrie, N., White, F., McGuire, F., & Kearney, N. (2005). A pilot study of a supervised group exercise programme as a rehabilitation treatment for women with breast cancer receiving adjuvant treatment. *European Journal of Oncology Nursing*, 9(1), 56-63.
- Campbell, A. J., Robertson, M. C., Gardner, M. M., Norton, R. N., Tilyard, M. W., & Buchner, D. M. (1997). Randomised controlled trial of a general practice programme of home based exercise to prevent falls in elderly women. *Bmj*, 315(7115), 1065-1069.
- Canadian Institutes of Health Research. (2002). Mobility Consensus Conference. Retrieved from <http://www.cihr-irsc.gc.ca/e/43117.html>,
- Carpenter, C. R. (2013). Deteriorating Functional Status in Older Adults After Emergency Department Evaluation of Minor Trauma—Opportunities and Pragmatic Challenges. *Journal of the American Geriatrics Society*, 61(10), 1806-1807.
- Cesari, M., Kritchevsky, S. B., Baumgartner, R. N., Atkinson, H. H., Penninx, B. W., Lenchik, L., . . . Pahor, M. (2005). Sarcopenia, obesity, and inflammation—results from the Trial of Angiotensin Converting Enzyme Inhibition and Novel Cardiovascular Risk Factors study. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 82(2), 428-434.
- Cesari, M., Pahor, M., Marzetti, E., Zamboni, V., Colloca, G., Tosato, M., . . . Markides, K. (2009). Self-assessed health status, walking speed and mortality in older Mexican-Americans. *Gerontology*, 55(2), 194-201.
- Cesari, M., Vellas, B., Hsu, F.-C., Newman, A. B., Doss, H., King, A. C., . . . Group, f. t. L. S. (2015). A Physical Activity Intervention to Treat the Frailty Syndrome in Older Persons—Results From the LIFE-P Study. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 70(2), 216-222.

- Chang, C.-Y., Lange, B., Zhang, M., Koenig, S., Requejo, P., Somboon, N., . . . Rizzo, A. (2012). *Towards pervasive physical rehabilitation using Microsoft Kinect*. Paper presented at the Pervasive Computing Technologies for Healthcare (PervasiveHealth), 2012 6th International Conference on.
- Charansonney, O. (2012). *Activité physique et vieillissement: des effets physiologiques opposés*. Paper presented at the Annales de cardiologie et d'angiologie.
- Charette, S., McEvoy, L., Pyka, G., Snow-Harter, C., Guido, D., Wiswell, R., & Marcus, R. (1991). Muscle hypertrophy response to resistance training in older women. *Journal of Applied Physiology*, *70*(5), 1912-1916.
- Chi, N.-C., & Demiris, G. (2015). A systematic review of telehealth tools and interventions to support family caregivers. *Journal of telemedicine and telecare*, *21*(1), 37-44.
- Clark, Bryant, A. L., Pua, Y., McCrory, P., Bennell, K., & Hunt, M. (2010). Validity and reliability of the Nintendo Wii Balance Board for assessment of standing balance. *Gait & posture*, *31*(3), 307-310.
- Clark, & Manini, T. M. (2008). Sarcopenia≠ dynapenia. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, *63*(8), 829-834.
- Clark, & Manini, T. M. (2012). What is dynapenia? *Nutrition*, *28*(5), 495-503.
- Clemson, L., Cumming, R. G., Kendig, H., Swann, M., Heard, R., & Taylor, K. (2004). The Effectiveness of a Community-Based Program for Reducing the Incidence of Falls in the Elderly: A Randomized Trial. *Journal of the American Geriatrics Society*, *52*(9), 1487-1494.
- Collard, R. M., Boter, H., Schoevers, R. A., & Oude Voshaar, R. C. (2012). Prevalence of Frailty in Community-Dwelling Older Persons: A Systematic Review. *Journal of the American Geriatrics Society*, *60*(8), 1487-1492.
- Cruz-Jentoft, A. J., Baeyens, J. P., Bauer, J. M., Boirie, Y., Cederholm, T., Landi, F., . . . Zamboni, M. (2010). Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age and Ageing*.
- Cruz-Jentoft, A. J., & Landi, F. (2014). Sarcopenia. *Clinical Medicine*, *14*(2), 183-186.

- Davies, P., Taylor, F., Beswick, A., Wise, F., Moxham, T., Rees, K., & Ebrahim, S. (2010). Promoting patient uptake and adherence in cardiac rehabilitation. *Cochrane Database Syst Rev*, 7(7).
- Delmonico, M. J., Harris, T. B., Visser, M., Park, S. W., Conroy, M. B., Velasquez-Mieyer, P., . . . Goodpaster, B. H. (2009). Longitudinal study of muscle strength, quality, and adipose tissue infiltration. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 90(6), 1579-1585.
- Depp, C. A., & Jeste, D. V. (2006). Definitions and predictors of successful aging: a comprehensive review of larger quantitative studies. *The American Journal of Geriatric Psychiatry*, 14(1), 6-20.
- Dishman, R. K., & Chubb, M. (1990). *Determinants of participation in physical activity*. Paper presented at the Exercise, fitness, and health: a consensus of current knowledge: proceedings of the International Conference on Exercise, fitness and health, May 29-June 3, 1988, Toronto, Canada..
- Dishman, R. K., & Sallis, J. F. (1994). Determinants and interventions for physical activity and exercise.
- Ensrud, K. E., Ewing, S. K., Cawthon, P. M., Fink, H. A., Taylor, B. C., Cauley, J. A., . . . Cummings, S. R. (2009). A comparison of frailty indexes for the prediction of falls, disability, fractures, and mortality in older men. *J Am Geriatr Soc*, 57(3), 492-498.
- Ensrud, K. E., Ewing, S. K., Taylor, B. C., Fink, H. A., Cawthon, P. M., Stone, K. L., . . . Rodondi, N. (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.
- Esculier, J.-F., Vaudrin, J., Bériault, P., Gagnon, K., & Tremblay, L. E. (2012). Home-based balance training programme using Wii Fit with balance board for Parkinson's disease: a pilot study. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 44(2), 144-150.
- Evans, W. J., & Campbell, W. W. (1993). Sarcopenia and Age-Related Changes in Body Composition and Functional Capacity. *The Journal of Nutrition*, 123(2 Suppl), 465-468.
- Fadoq-québec. (2017).

- Ferrucci, L., Penninx, B. W., Volpato, S., Harris, T. B., Bandeen-Roche, K., Balfour, J., . . . Md, J. M. (2002). Change in muscle strength explains accelerated decline of physical function in older women with high interleukin-6 serum levels. *J Am Geriatr Soc*, *50*(12), 1947-1954.
- Fielding, R. A., Vellas, B., Evans, W. J., Bhasin, S., Morley, J. E., Newman, A. B., . . . Zamboni, M. (2011). Sarcopenia: An Undiagnosed Condition in Older Adults. Current Consensus Definition: Prevalence, Etiology, and Consequences. International Working Group on Sarcopenia. *Journal of the American Medical Directors Association*, *12*(4), 249-256.
- Forster, A., Lambley, R., & Young, J. B. (2010). Is physical rehabilitation for older people in long-term care effective? Findings from a systematic review. *Age and Ageing*, *39*(2), 169-175.
- Fragala, M., Kenny, A., & Kuchel, G. (2015). Muscle Quality in Aging: a Multi-Dimensional Approach to Muscle Functioning with Applications for Treatment. *Sports Medicine*, *45*(5), 641-658.
- Frontera, W. R., Hughes, V. A., Fielding, R. A., Fiatarone, M. A., Evans, W. J., & Roubenoff, R. (2000). Aging of skeletal muscle: a 12-yr longitudinal study. *Journal of Applied Physiology*, *88*(4), 1321-1326.
- Frontera, W. R., Hughes, V. A., Lutz, K. J., & Evans, W. J. (1991). A cross-sectional study of muscle strength and mass in 45- to 78-yr-old men and women. *Journal of Applied Physiology*, *71*(2), 644-650.
- Fulop, T., Larbi, A., Witkowski, J. M., McElhaney, J., Loeb, M., Mitnitski, A., & Pawelec, G. (2010). Aging, frailty and age-related diseases. *Biogerontology*, *11*(5), 547-563.
- Garcia-Pinillos, F., Cozar-Barba, M., Munoz-Jimenez, M., Soto-Hermoso, V., & Latorre-Roman, P. (2016). Gait speed in older people: an easy test for detecting cognitive impairment, functional independence, and health state. *Psychogeriatrics*, *16*(3), 165-171.
- Geraedts, H., Zijlstra, A., Bulstra, S. K., Stevens, M., & Zijlstra, W. (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.

- Geriatric Nursing. (2007). Physical Activity and Public Health in Older Adults: Recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association (ACSM/AHA). *Geriatric Nursing*, 28(6), 339-340.
- Gerling, K., Livingston, I., Nacke, L., & Mandryk, R. (2012). *Full-body motion-based game interaction for older adults*. Paper presented at the Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems.
- Gill, T. M., Allore, H., & Guo, Z. (2004). The deleterious effects of bed rest among community-living older persons. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 59(7), M755-M761.
- Goodpaster, B. H., Park, S. W., Harris, T. B., Kritchevsky, S. B., Nevitt, M., Schwartz, A. V., . . . Newman, A. B. (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.
- Gothe, N. P., Wójcicki, T. R., Olson, E. A., Fanning, J., Awick, E., Chung, H. D., . . . McAuley, E. (2015). Physical activity levels and patterns in older adults: the influence of a DVD-based exercise program. *Journal of behavioral medicine*, 38(1), 91-97.
- Gouvernement du Québec. (2011). *Approche adaptée à la personne âgées en milieu hospitalier*.
- Gouvernement du Québec. (2012). *Vieillir et vivre ensemble, chez soi et dans sa communauté, Au Québec*. Retrieved from <http://www.fadoq-quebec.qc.ca/Services-et-programmes/Nos-programmes/VIACTIVE>
- Gouvernement du Québec, I. d. I. s. d. Q. (2014). *Perspectives démographiques du Québec et des régions, 2011-2061*. Retrieved from
- Guralnik, J. M., Ferrucci, L., Simonsick, E. M., Salive, M. E., & Wallace, R. B. (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., Simonsick, E. M., Ferrucci, L., Glynn, R. J., Berkman, L. F., Blazer, D. G., . . . Wallace, R. B. (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., Cumming, R. G., Naganathan, V., Handelsman, D. J., Le Couteur, D. G., Creasey, H., . . . Sambrook, P. N. (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.
- Harvey, J. A., Chastin, S. F., & Skelton, D. A. (2013). Prevalence of sedentary behavior in older adults: a systematic review. *International journal of environmental research and public health, 10*(12), 6645-6661.
- Haskell, W. L., Lee, I.-M., Pate, R. R., Powell, K. E., Blair, S. N., Franklin, B. A., . . . Bauman, A. (2007). Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation, 116*(9), 1081.
- Hill, A.-M., Hoffmann, T., McPhail, S., Beer, C., Hill, K. D., Brauer, S. G., & Haines, T. P. (2011). Factors Associated With Older Patients' Engagement in Exercise After Hospital Discharge. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 92*(9), 1395-1403.
- Hughes, V. A., Frontera, W. R., Wood, M., Evans, W. J., Dallal, G. E., Roubenoff, R., & Singh, M. A. F. (2001). Longitudinal muscle strength changes in older adults influence of muscle mass, physical activity, and health. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences, 56*(5), B209-B217.
- Hunter, G. R., McCarthy, J. P., & Bamman, M. M. (2004). Effects of resistance training on older adults. *Sports Medicine, 34*(5), 329-348.
- Institut Canadien d'information sur la santé (ICIS). (2011). Les soins de santé au Canada: Regard sur les personnes âgées et le vieillissement.
- Institut de la Statistique du Québec. (1998). *La santé et le bien-être*. Retrieved from
- Jane, A. K.-B., & Alexander, V. N. (1999). Specific strength and voluntary muscle activation in young and elderly women and men. *Journal of Applied Physiology, 87*(1), 22-29.
- Janssen. (2006). Influence of sarcopenia on the development of physical disability: the Cardiovascular Health Study. *Journal of the American Geriatrics Society, 54*(1), 56-62.

- Janssen, I., Baumgartner, R. N., Ross, R., Rosenberg, I. H., & Roubenoff, R. (2004). Skeletal Muscle Cutpoints Associated with Elevated Physical Disability Risk in Older Men and Women. *American Journal of Epidemiology*, *159*(4), 413-421.
- Janssen, I., Heymsfield, S. B., & Ross, R. (2002). Low Relative Skeletal Muscle Mass (Sarcopenia) in Older Persons Is Associated with Functional Impairment and Physical Disability. *Journal of the American Geriatrics Society*, *50*(5), 889-896.
- Jette, A. M. (1994). Physical Disablement Concepts for Physical Therapy Research and Practice. *Physical Therapy*, *74*(5), 380-386.
- Jette, A. M., Rooks, D., Lachman, M., Lin, T. H., Levenson, C., Heislein, D., . . . Harris, B. (1998). Home-based resistance training: predictors of participation and adherence. *The Gerontologist*, *38*(4), 412-421.
- Jetté, M., Sidney, K., & Blümchen, G. (1990). Metabolic equivalents (METS) in exercise testing, exercise prescription, and evaluation of functional capacity. *Clinical Cardiology*, *13*(8), 555-565.
- Karvinen, K. H., Courneya, K. S., Venner, P., & North, S. (2007). Exercise programming and counseling preferences in bladder cancer survivors: a population-based study. *Journal of cancer survivorship: research and practice*, *1*(1), 27-34.
- Katz, S., Ford, A. B., Moskowitz, R. W., Jackson, B. A., & Jaffe, M. W. (1963). Studies of illness in the aged: the index of ADL: a standardized measure of biological and psychosocial function. *JAMA*, *185*(12), 914-919.
- Katzmarzyk, P. T., Church, T. S., Craig, C. L., & Bouchard, C. (2009). Sitting time and mortality from all causes, cardiovascular disease, and cancer. *Med Sci Sports Exerc*, *41*(5), 998-1005.
- Kendzierski, D., & DeCarlo, K. J. (1991). Physical activity enjoyment scale: two validation studies. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, *13*(1).
- Kortebein, Ferrando, A., Lombeida, J., Wolfe, R., & Evans, W. J. (2007). Effect of 10 days of bed rest on skeletal muscle in healthy older adults. *JAMA*, *297*(16), 1769-1774.
- Kortebein, Symons, T. B., Ferrando, A., Paddon-Jones, D., Ronsen, O., Protas, E., . . . Evans, W. J. (2008). Functional Impact of 10 Days of Bed Rest in Healthy Older Adults. *The*

Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences, 63(10), 1076-1081.

- Kristensen, M. T., Foss, N. B., & Kehlet, H. (2007). Timed "up & go" test as a predictor of falls within 6 months after hip fracture surgery. *Physical Therapy*, 87(1), 24-30.
- Kumagai, K., Abe, T., Brechue, W. F., Ryushi, T., Takano, S., & Mizuno, M. (2000). Sprint performance is related to muscle fascicle length in male 100-m sprinters. *Journal of Applied Physiology*, 88(3), 811-816.
- Kwon, S., Perera, S., Pahor, M., Katula, J., King, A., Groessl, E., & Studenski, S. (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 Mitchell, W., Williams, J., Atherton, P., Larvin, M., Lund, J., & Narici, M. (2012). Sarcopenia, dynapenia, and the impact of advancing age on human skeletal muscle size and strength; a quantitative review. *Frontiers in Physiology*, 3, 1-18.
- Lamoth, C. J., Alingh, R., & Caljouw, S. R. (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., Chang, C.-Y., Suma, E., Newman, B., Rizzo, A. S., & Bolas, M. (2011). *Development and evaluation of low cost game-based balance rehabilitation tool using the Microsoft Kinect sensor*. Paper presented at the Engineering in Medicine and Biology Society, EMBC, 2011 Annual International Conference of the IEEE.
- Langlois, J. A., Keyl, P. M., Guralnik, J. M., Foley, D. J., Marottoli, R. A., & Wallace, R. B. (1997). Characteristics of older pedestrians who have difficulty crossing the street. *American Journal of Public Health*, 87(3), 393-397.
- Latham, L. P., & Ackroyd-Stolarz, S. (2014). Emergency department utilization by older adults: a descriptive study. *Canadian Geriatrics Journal*, 17(4), 118.
- Lauretani Fulvio, R. C. R. B. S. B. B. C. C. D. I. A. C. A. M. R. T. G. J. M. F. L. (2003). Age-associated changes in skeletal muscles and their effect on mobility: an operational diagnosis of sarcopenia. *Journal of Applied Physiology*, 95(5), 1851-1860.

- Lauzé, M., Martel, D., Agnoux, A., Émond, M., Sirois, M.-J., Daoust, R., & Aubertin-Leheudre, M. (2016). 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*.
- Lawton, M., & Brody, E. M. (1970). ASSESSMENT OF OLDER PEOPLE: SELF-MAINTAINING AND INSTRUMENTAL ACTIVITIES OF DAILY LIVING. *Nursing Research*, 19(3), 278.
- Lee, V., Ross, B., & Tracy, B. (2001). Functional Assessment of Older Adults in an Emergency Department. *Canadian Journal of Occupational Therapy*, 68(2), 121-129.
- Lees, F. D., Clark, P. G., Nigg, C. R., & Newman, P. (2005). Barriers to exercise behavior among older adults: a focus-group study. *Journal of aging and physical activity*, 13(1), 23-33.
- Lefrançois, R., Dubé, M., Hamel, S., & Leclerc, G. (2003). Tendence actualisante et qualité de vie des aînés: une étude longitudinale multicohortes. *Interactions*, 7(2).
- Liston, M. B., Alushi, L., Bamiou, D.-E., Martin, F. C., Hopper, A., & Pavlou, M. (2014). Feasibility and effect of supplementing a modified OTAGO intervention with multisensory balance exercises in older people who fall: a pilot randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 28(8), 784-793.
- Liu-Ambrose, T., Donaldson, M. G., Ahamed, Y., Graf, P., Cook, W. L., Close, J., . . . Khan, K. M. (2008). Otago Home-Based Strength and Balance Retraining Improves Executive Functioning in Older Fallers: A Randomized Controlled Trial. *Journal of the American Geriatrics Society*, 56(10), 1821-1830.
- Liu, C. J., & Latham, N. K. (2009). Progressive resistance strength training for improving physical function in older adults. *Cochrane Database Syst Rev*(3), CD002759.
- Lunney, J. R., Lynn, J., Foley, D. J., Lipson, S., & Guralnik, J. M. (2003). PAtterns of functional decline at the end of life. *JAMA*, 289(18), 2387-2392.
- Lutzler, P., Khoualene, M., Bekov, K., Lapalus, N., Carlier, V., & Hutzler, P. (2005). Les mécanismes du vieillissement. *Phytothérapie*, 3(2), 53-56.
- Lynch, N. A., Metter, E. J., Lindle, R. S., Fozard, J. L., Tobin, J. D., Roy, T. A., . . . Hurley, B. F. (1999). Muscle quality. I. Age-associated differences between arm and leg muscle groups. *Journal of Applied Physiology*, 86(1), 188-194.

- M.McGinnis. (2013). Biomechanics of sport and exercise, (pp. 443): Human Kinetics.
- MacRae, P. G., Schnelle, J. F., Simmons, S. F., & Ouslander, J. G. (1996). Physical activity levels of ambulatory nursing home residents. *Journal of aging and physical activity*, 4(3), 264-278.
- Maillot, P., Perrot, A., & Hartley, A. (2012). Effects of interactive physical-activity video-game training on physical and cognitive function in older adults. *Psychology and aging*, 27(3), 589.
- Manini, & Clark, B. C. (2012). Dynapenia and Aging: An Update. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 67A(1), 28-40.
- Manini, Visser, M., Won-Park, S., Patel, K. V., Strotmeyer, E. S., Chen, H., . . . Simonsick, E. M. (2007). Knee extension strength cutpoints for maintaining mobility. *Journal of the American Geriatrics Society*, 55(3), 451-457.
- Manini, T. M., Visser, M., Won-Park, S., Patel, K. V., Strotmeyer, E. S., Chen, H., . . . Harris, T. B. (2007). Knee extension strength cutpoints for maintaining mobility. *J Am Geriatr Soc*, 55(3), 451-457.
- Mansoubi, M., Pearson, N., Clemes, S., Biddle, S., Bodicoat, D., Tolfrey, K., . . . Yates, T. (2015). Energy expenditure during common sitting and standing tasks: examining the 1.5 MET definition of sedentary behaviour. *BMC Public Health*, 15(1), 516.
- Marek, K. D., Stetzer, F., Adams, S. J., Bub, L. D., Schlidt, A., & Colorafi, K. J. (2014). Cost Analysis of a Home-Based Nurse Care Coordination Program. *Journal of the American Geriatrics Society*, 62(12), 2369-2376.
- Martel, D., Lauzé, M., Agnoux, A., Sirois, M.-J., Émond, M., Daoust, R., & Aubertin-Leheudre, M. (2016). Effects of a home-based exercise program using a gerontechnology on physical capacities after a minor injury in community-living older adults.
- Mathiowetz, V., Kashman, N., Volland, G., Weber, K., Dowe, M., & Rogers, S. (1985). Grip and pinch strength: normative data for adults. *Arch Phys Med Rehabil*, 66(2), 69-74.
- Mathiowetz, V., Weber, K., Volland, G., & Kashman, N. (1984). Reliability and validity of grip and pinch strength evaluations. *The Journal of hand surgery*, 9(2), 222-226.

- Matthews, C. E., Cohen, S. S., Fowke, J. H., Han, X., Xiao, Q., Buchowski, M. S., . . . Blot, W. J. (2014). Physical Activity, Sedentary Behavior, and Cause-Specific Mortality in Black and White Adults in the Southern Community Cohort Study. *American Journal of Epidemiology*, *180*(4), 394-405.
- McCartney, N., Hicks, A. L., Martin, J., & Webber, C. E. (1995). Long-term resistance training in the elderly: effects on dynamic strength, exercise capacity, muscle, and bone. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, *50*(2), B97-B104.
- Mehra, S., Dadema, T., Kröse, B. J. A., Visser, B., Engelbert, R. H. H., Van Den Helder, J., & Weijts, P. J. M. (2016). Attitudes of Older Adults in a Group-Based Exercise Program Toward a Blended Intervention; A Focus-Group Study. *Frontiers in Psychology*, *7*, 1827.
- Meldrum, D., Glennon, A., Herdman, S., Murray, D., & McConn-Walsh, R. (2012). Virtual reality rehabilitation of balance: assessment of the usability of the Nintendo Wii® Fit Plus. *Disability and rehabilitation: assistive technology*, *7*(3), 205-210.
- Melton 3rd, L., Khosla, S., & Riggs, B. L. (2000). *Epidemiology of sarcopenia*. Paper presented at the Mayo Clinic Proceedings.
- Menkes, A., Mazel, S., Redmond, R., Koffler, K., Libanati, C., Gundberg, C., . . . Hurley, B. (1993). Strength training increases regional bone mineral density and bone remodeling in middle-aged and older men. *Journal of Applied Physiology*, *74*(5), 2478-2484.
- Mijnarends, D. M., Meijers, J. M., Halfens, R. J., ter Borg, S., Luiking, Y. C., Verlaan, S., . . . Schols, J. M. (2013). Validity and reliability of tools to measure muscle mass, strength, and physical performance in community-dwelling older people: a systematic review. *Journal of the American Medical Directors Association*, *14*(3), 170-178.
- Morley, J. E., Perry, H. M., & Miller, D. K. (2002). Editorial: Something About Frailty. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, *57*(11), M698-M704.
- Nakamoto, M., Otsuka, R., Yuki, A., Nishita, Y., Tange, C., Tomida, M., . . . Suzuki, T. (2015). Higher gait speed and smaller sway area decrease the risk for decline in higher-level functional capacity among middle-aged and elderly women. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, *61*(3), 429-436.

- Narici, Maganaris, Reeves, & Capodaglio. (2003). Effect of aging on human muscle architecture. *Journal of Applied Physiology*, 95(6), 2229-2234.
- Nasreddine, Z. S., Phillips, N. A., Bédirian, V., Charbonneau, S., Whitehead, V., Collin, I., . . . Chertkow, H. (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., Layne, J. E., Bernstein, M. J., Nuernberger, A., Castaneda, C., Kaliton, D., . . . Roubenoff, R. (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., Rejeski, W. J., Blair, S. N., Duncan, P. W., Judge, J. O., King, A. C., . . . Castaneda-Sceppa, C. (2007). Physical Activity and Public Health in Older Adults. Recommendation From the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation*.
- Newman, A. B., Haggerty, C. L., Goodpaster, B., Harris, T., Kritchevsky, S., Nevitt, M., . . . Body Composition Research, G. (2003). Strength and Muscle Quality in a Well-Functioning Cohort of Older Adults: The Health, Aging and Body Composition Study. *Journal of the American Geriatrics Society*, 51(3), 323-330.
- Newman, A. B., Kupelian, V., Visser, M., Simonsick, E. M., Goodpaster, B. H., Kritchevsky, S. B., . . . Harris, T. B. (2006). Strength, But Not Muscle Mass, Is Associated With Mortality in the Health, Aging and Body Composition Study Cohort. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 61(1), 72-77.
- Newman, A. B., Kupelian, V., Visser, M., Simonsick, E. M., Goodpaster, B. H., Kritchevsky, S. B., . . . Harris, T. B. (2006). Strength, but not muscle mass, is associated with mortality in the health, aging and body composition study cohort. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 61(1), 72-77.
- Onder, G., Liperoti, R., Russo, A., Soldato, M., Capoluongo, E., Volpato, S., . . . Landi, F. (2006). Body mass index, free insulin-like growth factor I, and physical function among older adults: results from the iSIRENTE study. *American Journal of Physiology - Endocrinology and Metabolism*, 291(4), E829-E834.
- Organisation des États-Unis, O. (2015). Questions Thématiques: les personnes âgées.

- Organisation Mondiale de la Santé (OMS). (2012). 10 faits sur le vieillissement et la qualité de vie.
- Organisation Mondiale de la Santé (OMS). (2015). Définition de la personne âgée,.
- Ostir, G. V., Berges, I. M., Ottenbacher, K. J., Fisher, S. R., Barr, E., Hebel, J. R., & Guralnik, J. M. Gait Speed and Dismobility in Older Adults. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 96(9), 1641-1645.
- Pagotto, V., & Silveira, E. A. (2014). Applicability and agreement of different diagnostic criteria for sarcopenia estimation in the elderly. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 59(2), 288-294.
- Pahor, M. (2006). Effects of a Physical Activity Intervention on Measures of Physical Performance: Results of the Lifestyle Interventions and Independence for Elders Pilot (LIFE-P) Study. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 61(11), 1157-1165.
- Pahor, M., Guralnik, J. M., Ambrosius, W. T., & 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.
- Pamoukdjian, F., Paillaud, E., Zelek, L., Laurent, M., Lévy, V., Landre, T., & Sebbane, G. (2015). Measurement of gait speed in older adults to identify complications associated with frailty: A systematic review. *Journal of geriatric oncology*, 6(6), 484-496.
- Pang, M. Y. C., Eng, J. J., Dawson, A. S., McKay, H. A., & Harris, J. E. (2005). A Community-Based Fitness and Mobility Exercise Program for Older Adults with Chronic Stroke: A Randomized, Controlled Trial. *Journal of the American Geriatrics Society*, 53(10), 1667-1674.
- Parekh, A., & Meyers, D. (2014). The Strategic Framework on Multiple Chronic Conditions. *Medical care*, 52, S1.
- Pate, R. R., O'Neill, J. R., & Lobelo, F. (2008). The evolving definition of "sedentary". *Exercise and sport sciences reviews*, 36(4), 173-178.
- Payne, A. M., & Delbono, O. (2004). Neurogenesis of excitation-contraction uncoupling in aging skeletal muscle. *Exercise and sport sciences reviews*, 32(1), 36-40.

- Peel, N. M., Kuys, S. S., & Klein, K. (2013). Gait Speed as a Measure in Geriatric Assessment in Clinical Settings: A Systematic Review. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 68(1), 39-46.
- Pel-Littel, R. E., Schuurmans, M. J., Emmelot-Vonk, M. H., & Verhaar, H. J. J. (2009). Frailty: Defining and measuring of a concept. *JNHA - The Journal of Nutrition, Health and Aging*, 13(4), 390-394.
- Perera, S., Mody, S. H., Woodman, R. C., & Studenski, S. A. (2006). Meaningful change and responsiveness in common physical performance measures in older adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, 54(5), 743-749.
- Petit Larousse. (Ed.) (2017).
- Phillips, Schneider, & Mercer. (2004). Motivating elders to initiate and maintain exercise. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 85, 52-57.
- Phillips, E. M., Schneider, J. C., & Mercer, G. R. (2004). Motivating elders to initiate and maintain exercise. *Arch Phys Med Rehabil*, 85, Supplement 3, 52-57.
- Picorelli, A. M. A., Pereira, L. S. M., Pereira, D. S., Felício, D., & Sherrington, C. (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.
- Ploutz-Snyder, Manini, Ploutz-Snyder, & Wolf. (2002). Functionally relevant thresholds of quadriceps femoris strength. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 57(4), B144-B152.
- Podsiadlo, D., & Richardson, S. (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.
- Rantanen, T., Guralnik, J. M., Foley, D., Masaki, K., Leveille, S., Curb, J. D., & White, L. (1999). Midlife hand grip strength as a predictor of old age disability. *JAMA*, 281(6), 558-560.
- Reid, K. F., Naumova, E. N., Carabello, R. J., Phillips, E. M., & Fielding, R. A. (2008). Lower extremity muscle mass predicts functional performance in mobility-limited elders. *J Nutr Health Aging*, 12(7), 493-498.

- Reinders, I., Murphy, R. A., Martin, K. R., Brouwer, I. A., Visser, M., White, D. K., . . . Body Composition, S. (2015). Body Mass Index Trajectories in Relation to Change in Lean Mass and Physical Function: The Health, Aging and Body Composition Study. *Journal of the American Geriatrics Society*, 63(8), 1615-1621.
- Rhodes, E. C., Martin, A. D., Taunton, J. E., Donnelly, M., Warren, J., & Elliot, J. (2000). Effects of one year of resistance training on the relation between muscular strength and bone density in elderly women. *British Journal of Sports Medicine*, 34(1), 18-22.
- Ribeiro, S. M. L., & Kehayias, J. J. (2014). Sarcopenia and the Analysis of Body Composition. *Advances in Nutrition*, 5(3), 260-267.
- Rimmer, J. H., Wang, E., & Donald, S. (2008). Barriers associated with exercise and community access for individuals with stroke. *Journal of Rehabilitation Research & Development*, 45(2), 315-322.
- Rockwood, K., Andrew, M., & Mitnitski, A. (2007). A Comparison of Two Approaches to Measuring Frailty in Elderly People. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 62(7), 738-743.
- Roebuck, J. (1979). When Does "Old Age Begin?: The Evolution of the English Definition. *Journal of Social History*, 12(3), 416-428.
- Rogers, M. A., & Evans, W. J. (1993). Changes in skeletal muscle with aging: effects of exercise training. *Exercise and sport sciences reviews*, 21(1), 65-102.
- Rolland, & Vellas. (2009). La sarcopénie. *La Revue de Médecine Interne*, 30(2), 150-160.
- Rolland, Y., Benetos, A., Gentric, A., Ankri, J., Blanchard, F., Bonnefoy, M., . . . Hanon, O. (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., Lauwers-Cances, V., Cournot, M., Nourhashémi, F., Reynish, W., Rivière, D., . . . Grandjean, H. (2003). Sarcopenia, Calf Circumference, and Physical Function of Elderly Women: A Cross-Sectional Study. *Journal of the American Geriatrics Society*, 51(8), 1120-1124.
- Rosenberg, I. H. (1997). Sarcopenia: Origins and Clinical Relevance. *The Journal of Nutrition*, 127(5), 990S-991S.

- Rowe, J., & Kahn, R. (1987). Human aging: usual and successful. *Science*, 237(4811), 143-149.
- Ryo, M., Maeda, K., Onda, T., Katashima, M., Okumiya, A., Nishida, M., . . . Shimomura, I. (2005). A New Simple Method for the Measurement of Visceral Fat Accumulation by Bioelectrical Impedance. *Diabetes Care*, 28(2), 451-453.
- Sabanovic, S., Bennett, C. C., Chang, W.-L., & Huber, L. (2013). *PARO robot affects diverse interaction modalities in group sensory therapy for older adults with dementia*. Paper presented at the Rehabilitation Robotics (ICORR), 2013 IEEE International Conference on.
- Sallinen, J., Stenholm, S., Rantanen, T., Heliövaara, M., Sainio, P., & Koskinen, S. (2010). Hand-Grip Strength Cut Points to Screen Older Persons at Risk for Mobility Limitation. *Journal of the American Geriatrics Society*, 58(9), 1721-1726.
- Salvetti, X. M., Oliveira, J. A., Servantes, D. M., & Vincenzo de Paola, A. A. (2008). How much do the benefits cost? Effects of a home-based training programme on cardiovascular fitness, quality of life, programme cost and adherence for patients with coronary disease. *Clin Rehabil*, 22(10-11), 987-996.
- Saposnik, G., Teasell, R., Mamdani, M., Hall, J., McIlroy, W., Cheung, D., . . . Bayley, M. (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.
- Sari, N. (2011). Exercise, physical activity and healthcare utilization: A review of literature for older adults. *Maturitas*, 70(3), 285-289.
- Satistique Canada. (2011). *La population Canadienne en 2011 : âge et sexe*, Gouvernement du Canada.
- Schaap, L. A., Koster, A., & Visser, M. (2013). Adiposity, Muscle Mass, and Muscle Strength in Relation to Functional Decline in Older Persons. *Epidemiologic Reviews*, 35(1), 51-65.
- Schutzer, K. A., & Graves, B. S. (2004). Barriers and motivations to exercise in older adults. *Preventive medicine*, 39(5), 1056-1061.

- Sedentary Behaviour Research, N. (2012). Letter to the Editor: Standardized use of the terms 'sedentary' and 'sedentary behaviours'. *Applied Physiology, Nutrition & Metabolism*, 37(3), 540-542.
- Seino, S., Kim, M.-j., Yabushita, N., Nemoto, M., Jung, S., Osuka, Y., . . . Tanaka, K. (2012). Is a composite score of physical performance measures more useful than usual gait speed alone in assessing functional status? *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 55(2), 392-398.
- Shapiro, M. J., Partridge, R. A., Jenouri, I., Micalone, M., & Gifford, D. (2001). Functional Decline in Independent Elders after Minor Traumatic Injury. *Academic Emergency Medicine*, 8(1), 78-81.
- Shimada, H., Sawyer, P., Harada, K., Kaneya, S., Nihei, K., Asakawa, Y., . . . Ishizaki, T. (2010). Predictive Validity of the Classification Schema for Functional Mobility Tests in Instrumental Activities of Daily Living Decline Among Older Adults. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 91(2), 241-246.
- Shumway-Cook, A., Brauer, S., & Woollacott, M. (2000). Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the Timed Up & Go Test. *Physical Therapy*, 80(9), 896-903.
- Sinclair, J., Hingston, P., & Masek, M. (2007). *Considerations for the design of exergames*. Paper presented at the Proceedings of the 5th international conference on Computer graphics and interactive techniques in Australia and Southeast Asia.
- Sirois, M.-J., Émond, M., Ouellet, M.-C., Perry, J., Daoust, R., Morin, J., . . . Allain-Boulé, N. (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.
- Sirois, M.-J., Griffith, L., Perry, J., Daoust, R., Veillette, N., Lee, J., . . . Émond, M. (2015). Measuring frailty can help emergency departments identify independent seniors at risk of functional decline after minor injuries. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, glv152.
- Skjæret, N., Nawaz et al., A., Morat, T., Schoene, D., Helbostad, J. L., & Vereijken, B. (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'hypothèque et de logement. (2015). *Rapport sur les résidences pour personnes âgées*, . Retrieved from
- Société d'alzheimer de Québec. (2017). Retrieved from <http://www.societealzheimerdequebec.com/wp/about/statistiques/>
- Stalenhoef, P. A., Diederiks, J. P., Knottnerus, J. A., Kester, A. D., & Crebolder, H. F. (2002). A risk model for the prediction of recurrent falls in community-dwelling elderly: a prospective cohort study. *J Clin Epidemiol*, *55*(11), 1088-1094.
- Statistics Canada. (2010). Population Projections for Canada, Provinces and Territories 2009 to 2036. Catalogue no. 91-520-X.
- Statistics Canada. (2015). Estimates of population, by age group and sex for July 1, Canada, provinces and territories, annual (persons unless otherwise noted). *CANSIM (database)*. Retrieved from <http://www5.statcan.gc.ca/cansim/a05?id=0510001&retrLang=eng&lang=eng> (accessed November 08, 2015)
- Statistique Canada. (2010). Pratique d'une activité physique durant les loisirs, selon l'âge et selon le sexe, : Fichier de microdonnées à grande diffusion de 2009-2010 de l'Enquête sur la santé dans la collectivités canadiennes (ESCC),.
- Statistique Canada. (2011). Generations in Canada.
- Statistique Canada. (2014). Health indicator profile, annual estimates, by age group and sex, Canada, provinces, territories, health regions (2013 boundaries) and peer groups.
- Statistique Canada. (2016). Estimations démographiques (septembre 2016), adapté par l'Institut de la statistique du Québec.
- Stiggebout, M., Popkema, D., Hopman-Rock, M., De Greef, M., & Van Mechelen, W. (2004). Once a week is not enough: effects of a widely implemented group based exercise programme for older adults; a randomised controlled trial. *Journal of epidemiology and community health*, *58*(2), 83-88.
- Strasser, E. M., Draskovits, T., Praschak, M., Quittan, M., & Graf, A. (2013). Association between ultrasound measurements of muscle thickness, pennation angle, echogenicity and skeletal muscle strength in the elderly. *AGE*, *35*(6), 2377-2388.

- Stuck, A. E., Walthert, J. M., Nikolaus, T., Büla, C. J., Hohmann, C., & Beck, J. C. (1999). Risk factors for functional status decline in community-living elderly people: a systematic literature review. *Social Science & Medicine*, 48(4), 445-469.
- Suh, G.-H., Ju, Y.-S., Yeon, B. K., & Shah, A. (2004). A longitudinal study of Alzheimer's disease: rates of cognitive and functional decline. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 19(9), 817-824.
- Taekema, D. G., Ling, C. H. Y., Blauw, G. J., Meskers, C. G., Westendorp, R. G. J., de Craen, A. J. M., & Maier, A. B. (2011). Circulating levels of IGF1 are associated with muscle strength in middle-aged- and oldest-old women. *European Journal of Endocrinology*, 164(2), 189-196.
- Taylor, A. H., Cable, N. T., Faulkner, G., Hillsdon, M., Narici, M., & Van Der Bij, A. K. (2004). Physical activity and older adults: a review of health benefits and the effectiveness of interventions. *Journal of Sports Sciences*, 22(8), 703-725.
- Tinetti, M. E. (1986). Performance-oriented assessment of mobility problems in elderly patients. *Journal of the American Geriatrics Society*, 34(2), 119-126.
- Topolski, T. D., LoGerfo, J., Patrick, D. L., Williams, B., Walwick, J., & Patrick, M. M. B. (2006). Peer reviewed: the Rapid Assessment of Physical Activity (RAPA) among older adults. *Preventing chronic disease*, 3(4).
- Tremblay, M. S. S., Colley, R. C. C., Saunders, T. J. J., Healy, G. N. N., & Owen, N. (2010). Physiological and health implications of a sedentary lifestyle. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 35(6), 725-740.
- Turcotte and Schellenberg. (2006). Un portrait des aînés a Canada: Introduction.
- Valiani , Martine Lauzé, Dominic Martel, Marco Pahor, T. M. M., Stephen Anton, & Aubertin-Leheudre, M. (2016). A New Adaptive Home-based Exercise Technology among Older Adults Living in Nursing Home: Exploring Feasibility, Acceptability and Physical Performance.
- Van Bronswijk, J., Bouma, H., & Fozard, J. (2002). Technology for quality of life: an enriched taxonomy. *Gerontechnology*, 2(2), 169-172.
- van Bronswijk, J. E., Bouma, H., Fozard, J. L., Kearns, W. D., Davison, G. C., & Tuan, P.-C. (2009). Defining gerontechnology for R&D purposes. *Gerontechnology*, 8(1), 3-10.

- van der Ploeg, H. P., Venugopal, K., Chau, J. Y., van Poppel, M. N., Breedveld, K., Merom, D., & Bauman, A. E. (2013). Non-occupational sedentary behaviors: population changes in the Netherlands, 1975–2005. *American Journal of Preventive Medicine, 44*(4), 382-387.
- Van Kan, G. A., Rolland, Y., Andrieu, S., Bauer, J., Beauchet, O., Bonnefoy, M., . . . Inzitari, M. (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.
- Vandervoort, A. A. (2002). Aging of the human neuromuscular system. *Muscle & Nerve, 25*(1), 17-25.
- Vasunilashorn, S., Coppin, A. K., Patel, K. V., Lauretani, F., Ferrucci, L., Bandinelli, S., & Guralnik, J. M. (2009a). 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., Coppin, A. K., Patel, K. V., Lauretani, F., Ferrucci, L., Bandinelli, S., & Guralnik, J. M. (2009b). 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, Wayne, S. J., Romero, L., Baumgartner, R. N., Rubenstein, L. Z., & Garry, P. J. (1997). One-leg balance is an important predictor of injurious falls in older persons. *Journal of the American Geriatrics Society, 45*(6), 735-738.
- Vellas, B. J., Wayne, S. J., Romero, L. J., Baumgartner, R. N., & Garry, P. J. (1997). Fear of falling and restriction of mobility in elderly fallers. *Age and Ageing, 26*(3), 189-193.
- Visser, M., Goodpaster, B. H., Kritchevsky, S. B., Newman, A. B., Nevitt, M., Rubin, S. M., . . . Harris, T. B. (2005). Muscle mass, muscle strength, and muscle fat infiltration as predictors of incident mobility limitations in well-functioning older persons. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences, 60*(3), 324-333.
- Warburton, D. E. R., Nicol, C. W., & Bredin, S. S. D. (2006). Health benefits of physical activity: the evidence. *CMAJ : Canadian Medical Association Journal, 174*(6), 801-809.

- White, D. K., Neogi, T., Nevitt, M. C., Peloquin, C. E., Zhu, Y., Boudreau, R. M., . . . Zhang, Y. (2013). Trajectories of Gait Speed Predict Mortality in Well-Functioning Older Adults: The Health, Aging and Body Composition Study. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, *68*(4), 456-464.
- World Health Organization. (2001). *International Classification of Functioning, Disability and Health: ICF*: World Health Organization.
- Xue, Q. L., Beamer, B. A., Chaves, P. H., Guralnik, J. M., & Fried, L. P. (2010). Heterogeneity in rate of decline in grip, hip, and knee strength and the risk of all-cause mortality: the Women's Health and Aging Study II. *J Am Geriatr Soc*, *58*(11), 2076-2084.
- Xue, Q. L., Walston, J. D., Fried, L. P., & Beamer, B. A. (2011). Prediction of risk of falling, physical disability, and frailty by rate of decline in grip strength: the women's health and aging study. *Arch Intern Med*, *171*(12), 1119-1121.
- Zamboni, M., Mazzali, G., Fantin, F., Rossi, A., & Di Francesco, V. (2008). Sarcopenic obesity: A new category of obesity in the elderly. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, *18*(5), 388-395.
- Zaslavsky, O., Cochrane, B. B., Thompson, H. J., Woods, N. F., Herting, J. R., & LaCroix, A. (2013). Frailty: A Review of the First Decade of Research. *Biological Research For Nursing*, *15*(4), 422-432.
- Zoico, E., Rossi, A., Di Francesco, V., Sepe, A., Oliosio, D., Pizzini, F., . . . Zamboni, M. (2010). Adipose Tissue Infiltration in Skeletal Muscle of Healthy Elderly Men: Relationships With Body Composition, Insulin Resistance, and Inflammation at the Systemic and Tissue Level. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, *65A*(3), 295-299.