UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

IMPACT À COURT ET MOYEN TERMES DE DIFFÉRENTES MODALITÉS D'ENTRAINEMENTS VIRTUELS EN ACTIVITÉ PHYSIQUE SUR LA PRÉVENTION DU DÉCONDITIONNEMENT PHYSIQUE CHEZ LES PERSONNES ÂGÉES VIVANT DANS LA COMMUNAUTÉ.

THÈSE

PRÉSENTÉE

COMME EXIGENCE PARTIELLE

DU DOCTORAT EN BIOLOGIE

PAR

JORDAN ANDRÉ PIERRE GRANET

NOVEMBRE 2023

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de cette thèse 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.04-2020). 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

Mes premiers remerciements vont à ma directrice de thèse, Mylène Aubertin-Leheudre, pour m'avoir guidé tout au long de cette aventure. Outre son appui scientifique, elle m'a offert des opportunités et accordé une confiance pour laquelle je lui serais toujours reconnaissant.

Je remercie les professeurs/chercheurs du département des sciences de l'activité physique et du CRIUGM avec qui les conversations, scientifiques ou non, ont contribué à mon cheminement, et certains de mes choix. J'en profite pour remercier les membres du jury, Christian Duval et Simon Bacon d'avoir accepté de consacrer de leur précieux temps pour m'aider à finaliser cette thèse.

Je tiens également à adresser mes plus sincères remerciements à Éva, Fabien, Émilie, Samantha, Lilia, François et Fanny qui ont donné de leur temps et de leur énergie pour faire avancer ce beau projet auquel j'ai consacré ces 4 dernières années. Sans eux, rien de tout cela n'aurait été possible. Je remercie également les membres du projet MNMS, Vincent, Marina, Rami et Gilles pour leurs soutiens tout au long de mon cheminement universitaire.

Je remercie également tous les participants du projet WEBEX qui, malgré un contexte sanitaire et humain incertain, ont voulu donner de leurs temps et énergie pour continuer de contribuer à la recherche et à l'avancement des connaissances.

Un immense merci à ma famille, mes amis et ma belle-famille qui, précisément, parce qu'ils n'ont aucun rapport à cette thèse, ont contribué, à leur façon, à sa réussite en me soutenant et me motivant tout au long du chemin.

Enfin, ces remerciements ne seraient pas complets sans mentionner ma conjointe Catherine qui, au cours des quatre dernières années, m'a soutenu et encouragé plus que personne n'aurait pu le faire malgré mes états d'âme changeants. Si j'ai fait un doctorat en biologie, on peut dire qu'elle a fait un doctorat en patience et en motivation! Merci pour son amour et sa bienveillance tout au long de ce chemin.

DÉDICACE

À mes deux grands-pères,
Pierre, docteur en physique nucléaire,
André, docteur en biologie et géologie,
Dont les récits de leurs études et de leurs parcours m'ont toujours inspiré.

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS ii
DÉDICACE iii
LISTE DES FIGURES vii
LISTE DES TABLEAUX viii
LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES ix
RÉSUMÉ x
ABSTRACT xiii
INTRODUCTION GÉNÉRALE 1
CHAPITRE 1 – ÉTATS DES CONNAISSANCES 3
1.1. Vieillissement : Généralités 3
1.2. Fonction musculaire et capacités fonctionnelles 4
1.2.1. Capacités fonctionnelles 4
1.2.2. Masse musculaire 6
1.2.2.1. Masse musculaire: causes 7
1.2.2.2. Masse musculaire: conséquences 9
1.2.3. Force musculaire. 10
1.2.3.1. Force musculaire : Causes 10
1.2.3.2. Force musculaire : conséquences fonctionnelles 11
1.3. Habitudes de vie en activité physique 12
1.3.1. Sédentarité 12
1.3.1.1. Sédentarité: Définition et prévalence 12
1.3.1.2. Sédentarité : Conséquences 14
1.3.2. Inactivité physique 16
1.3.2.1. Inactivité physique : Définition et prévalence 16
1.3.2.2. Inactivité physique: Conséquences 16
1.3.3. Activité physique 18
1.3.3.1. Activité physique: Définition et prévalence 18
1.3.3.2. Activité physique en laboratoire/supervisée: Effets sur la fonction musculaire et les capacités fonctionnelles 20
1.3.3.3. Activité physique à distance 23
1.4. Déconditionnement volontaire et involontaire 27
1.4.1. Déconditionnement volontaire: le désentrainement 27
1.4.1.1. Définition 27
1.4.1.1.1. Effets du désentrainement suite à une AP standardisée et supervisée en laboratoire 28
1.4.1.1.2. Effets du désentrainement suite à de l'AP volontaire dans la communauté 32

1.4.2. Déconditionnement involontaire : Impact de la pandémie de la COVID-19 sur les ainés. 33
1.4.2.1. Pandémie COVID-19 : Mise en contexte. 33
1.4.2.2. Pandémie de COVID-19. 33
1.4.2.3. Impact de la COVID-19 sur les habitudes de vie. 35
1.4.2.4. Impact de la COVID-19 sur les performances physiques des ainés. 36
1.4.2.5. Impact des entrainements à distance mis en place pendant la COVID-19. 39
1.5. Bilan de la littérature. 40
CHAPITRE 2 – OBJECTIFS ET HYPOTHÈSES DE TRAVAIL 42
CHAPITRE 3 – MÉTHODOLOGIE 44
3.1 Devis et Protocole. 44
3.1.1. Étude 1: Protocole de l'étude WEBEX-1. 46
3.1.2. Étude 2: Protocole de l'étude WEBEX-2 46
3.1.3. Étude 3: Protocole de l'étude Suivi-WEBEX 47
3.2. Intervention. 48
3.3. Mesures expérimentales. 50
3.3.1. Faisabilité et acceptabilité durant l'intervention. 51
3.3.2. Mesures générales et anthropométriques. 52
3.3.3. Évaluation de la fonction musculaire. 52
3.3.4. Évaluation des capacités fonctionnelles. 54
3.3.5. Variables subjectives (Questionnaires). 55
3.3.6. Reproductibilité et sécurité des prises de mesure. 58
3.4. Taille d'effet et taille d'échantillon. 59
3.4.1. Étude WEBEX-1 et WEBEX-2 59
3.4.2. Étude Suivi – WEBEX. 61
3.5. Analyses de données. 61
3.5.1. Objectifs spécifiques 1 et 2 (étude #1 et étude #2). 61
3.5.2. Objectif spécifique 3 (étude #3). 62
CHAPITRE 4 - RÉSULTATS 63
4.1 Article 1 - Web-based physical activity interventions are feasible and beneficial solutions to prevent physical and mental health declines in community-dwelling older adults during isolation periods. 64
4.2 Article 2 - Online physical activity intervention in older adults during lockdown: Can we improve the recipe? 75
4.3 Article 3 – Middle-term follow-up of the effects of remote physical activity interventions on PA habits and physical health in older adults. 85
CHAPITRE 5 – DISCUSSION GÉNÉRALE 111
5.1 Résumé des principaux résultats. 112
5.2 Les modalités d'intervention à distance permettent-elles de contrer les déconditionnements physiques à court terme lié à l'isolement ? 115

5.2.1 Faisabilité et acceptabilité des modalités d'intervention à distance. 115
5.2.2 Efficacité des modalités d'intervention à distance. 120
5.3 Les modalités d'intervention à distance permettent-elles de contrer les déconditionnements physiques à moyen terme ? 125
5.4 Les modalités d'intervention à distance sont-elles un bon outil pour favoriser la pratique de l'activité physique à moyen / long terme chez les ainés ? 127
5.5 Les modalités d'intervention à distance permettront-elles de faciliter la mise en place de l'activité physique dans les politiques de santé publique ? 132
5.6 Limites 137
5.7 Perspectives d'avenir 140
CHAPITRE 6 - CONCLUSION ET PERSPECTIVES 142
ANNEXE A Détail de l'intervention réalisée par les participants des études 1 et 2. 143
ANNEXE B Arbre décisionnel de mobilité pour les groupes d'AP WEBEX 189
ANNEXE C Article de notre laboratoire évaluant la validité des données recueillies à distance 190
APPENDICE A Matériel supplémentaire de l'article 1 198
APPENDICE B Matériel supplémentaire de l'article 3 207
APPENDICE C Acceptation des co-auteurs pour l'inclusion des articles dans la thèse 211
APPENDICE D Contribution de l'auteur principal et des co-auteurs pour chaque article 214
RÉFÉRENCES 217

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1: Prévalence projetée de la sarcopénie en Europe de 2016 à 2045 selon les variantes de définition les plus élevées et les plus basses [les cases et lignes en pointillé représentent les analyses de sensibilité à ±20 % ; (Ethgen et al., 2017)] 8

Figure 1.2: Relation entre les changements dans la force de l'extenseur du genou et le muscle de la section transversale du quadriceps fémoral (Manini et Clark, 2012). 11

Figure 1.3: A - Temps passé devant des écrans en moyenne par jour par une personne âgée de plus de 60ans (Harvey et al., 2013). B - Temps moyen par jours de comportement sédentaire pour une personne âgée de plus de 60ans (Stamatakis et al., 2012). 14

Figure 1.4: Corrélation entre l'inactivité physique et l'amélioration de la santé chez les personnes (Golay, 2013). 17

Figure 1.5: Impact de la pratique d'activité physique sur la réduction du risque de mortalité liée à l'apparition de pathologie (Wen et al., 2011). 19

Figure 1.6: Influence des différents styles d'entrainement sur le maintien de la force chez une population d'ainés de plus de 50ans. A - Influence des exercices en résistance. B - Influence des exercices aérobies (Barbat-Artigas et al., 2014). 21

Figure 1.7: Diminution de la force musculaire en fonction de la durée d'arrêt d'un programme d'entrainement en activité physique (Bosquet, Berryman et al. 2013). 29

Figure 1.8: Illustration d'un modèle linéaire pour la prédiction de la force des quadriceps au suivi (Geirsdottir, Arnarson et al. 2015). 31

Figure 1.9: Schéma représentant les conséquences de la pandémie de COVID-19 et de l'inactivité physique sur déficiences neuromusculaires et fonctionnelles chez les personnes âgées (Machado et al., 2020). 38

Figure 1.10: Schéma récapitulatif de l'influence de l'entrainement et du désentrainement sur la fonction musculaire et les capacités fonctionnelles. AP = activité physique 41

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 5-1: Résumé et validations des hypothèses. 111

Tableau 5-2: Comparaison des caractéristiques générales entre les participants ayant accepté de participer au suivi à 1 an et ceux ayant refusé..... 137

LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES

OMS – Organisation mondiale de la santé

INSPQ – Institut National de Santé Publique du Québec

AP – Activité physique

CP – Capacités fonctionnelles

IG – Groupe interactif

VG – Groupe vidéo

IVI – Groupe interactive-vidéo-interactif

VIV – Groupe video-interactif-vidéo

ICD-10 – Classification internationale des maladies (« International Classification of Deseases »)

METS – Équivalent métabolique de dépense énergétique (« Metabolic Equivalent of Tasks »)

TUG – Test de levée de chaise et de marche (“Timed-Up and Go”)

SPPB – Batterie de tests d’évaluation de capacités fonctionnelles (« Short-Performance Physical Battery »)

RÉSUMÉ

Les entrainements en activité physique (AP) à distance, entendre ici enregistrer ou en direct, sont des modalités d'entrainement émergentes dans la littérature chez les ainés. Néanmoins, la littérature étudiant ces modalités amène des évidences hétérogènes quant aux améliorations de la santé physique et des habitudes de vie des ainés à court terme et peu d'études comparent plusieurs modalités entre elles. Limitant les recommandations dans ce domaine. Également, l'implantabilité, la faisabilité et l'efficacité de ce type de modalité en temps d'isolement social demeurent inconnus. De plus, la littérature évaluant si les effets à moyen terme de ce genre de modalité d'entrainement permettent de lutter contre les déconditionnements musculaires et fonctionnels chez les ainés et de favoriser la pratique d'AP était et reste à ce jour inexistante. Au travers des travaux de recherche de ce projet doctoral, nous tenterons tout d'abord d'examiner la faisabilité, l'acceptabilité, mais aussi l'efficacité de modalités d'AP pratiquées à distance sur les capacités fonctionnelles et performances musculaires des aînés en comparant les différences pré- et post-entrainement entre 2 modalités d'entrainement (100%-en direct *vs.* 100%-enregistré) puis dans un second temps entre 2 modalités mixtes d'entrainement (66%-en direct *vs.* 66%-enregistré) afin d'affiner nos recommandations. Finalement, nous tenterons de déterminer si les effets de ces interventions sur les capacités fonctionnelles et performances musculaires des aînés sont toujours observables à moyen terme (suivi à + 1 an) et si une des modalités d'intervention est plus efficace pour maintenir de bonnes habitudes de vie chez les aînés.

Pour se faire, deux cohortes ayant réalisé un programme d'entrainement virtuel de 12 semaines durant les deux premiers confinements de la pandémie de COVID-19 et ayant réalisé deux ou trois temps de suivi (PRE, POST et +1 an) ont été incluses : 1) la cohorte WEBEX-1, qui est composée de 83 participants répartis aléatoirement dans deux modalités d'entrainements virtuels différentes: le groupe 100%-en direct, c.-à-d. interactif [III; n=38 (30 femmes et 8 hommes)] et le groupe 100%-enregistré c.-à-d. via des vidéos [VVV ; n=45 (38 femmes et 7 hommes)] 2) la cohorte WEBEX-2, qui est composée de 46 participants répartis aléatoirement dans deux modalités d'entrainements virtuels mixtes: le groupe 66%-en direct c.-à-d. des séances de type interactif – vidéo – interactif [IVI ; n=22 (18 femmes et 4 hommes)] et le groupe 66%-enregistré c.-à-d. des séances de type vidéo – interactif – vidéo [VIV ; n=19 (15 femmes et 4 hommes)]. Dans chacune de ces deux

cohortes, les capacités fonctionnelles (vitesse de marche normale et SPPB score), la puissance et l'endurance musculaire, ainsi que la motivation pour l'AP, la dépense énergétique et le temps sédentaire ont été évaluées à distance pré et post intervention. À la suite de ces études, les participants ayant été inclus ont été rappelés de manière imprévue (pour eux) 1 an après le début des études WEBEX-1 et -2 pour leur proposer de réaliser au suivi les mêmes mesures et dans les mêmes conditions (WEBEX-3).

Les résultats obtenus pour ces études démontrent que les interventions d'AP réalisées à distance de manière synchrone, asynchrone ou mixte sont faisables (adhérence >80%), acceptables (plaisir >80%; utilisabilité>71%) chez des personnes âgées. Par contre, le taux de rétention semble meilleur chez ceux suivant les interventions avec des séances en direct. Nos résultats révèlent également que toutes les interventions ont amené des améliorations à court terme de la fonction musculaire (puissance et endurance) et des capacités fonctionnelles. Néanmoins, ces améliorations sont plus importantes dans les groupes utilisant de plus gros ratios d'entrainement en direct et le taux de rétention semble meilleur. Finalement, nos analyses de suivi à moyen terme démontrent que certaines modalités permettent de conserver les niveaux de motivation envers la pratique de l'AP ce qui semblent permettre de faire perdurer les effets bénéfiques observés dans le temps contribuant et d'atténuer les effets du désentrainement (post *vs.* +1 an). Nos analyses montrent plus spécifiquement que les groupes avec des rations d'entrainements à distance et interactif plus important (III et IVI) ont gardé de meilleures habitudes de vie en matière d'AP ce qui semblent avoir contribué à limiter chez ces derniers le déconditionnement physique (pré *vs.* +1 an).

Les résultats de cette thèse suggèrent que toutes les modalités d'entrainement à distance virtuelles sont faisables, acceptables et efficaces. De plus, ceux-ci suggèrent également que les interventions avec de plus grands ratios d'entrainements en direct seraient plus efficaces pour améliorer la fonction physique, plus précisément les capacités fonctionnelles et la puissance musculaire, à court terme, mais également à moyen terme. Finalement, ces résultats appuient le potentiel des entrainements à distance virtuels comme outil pour promouvoir la pratique de l'AP chez les ainés et permettre le bien-vieillir et plus précisément les modalités avec de plus grands ratios d'entrainements en direct (niveau de sédentarité plus bas, niveau d'activité physique plus haut et niveau de rétention plus haut).

Mots-clés : Intervention à distance, Santé connectée, Activité physique, Personnes Âgées, Capacité fonctionnelle, Fonction musculaire, Sédentarité, Habitudes de vie, Déconditionnement, Technologie, isolement.

ABSTRACT

Remote physical activity (PA) intervention, heard here recorded or live, are emerging training methods in the literature in older adults. Nevertheless, the literature studying these modalities brings heterogeneous evidence as to the improvements in physical health and lifestyle habits in older adults in the short term and few studies compare several modalities with each other. Limiting recommendations in this area Also, the implantability, feasibility and effectiveness of this type of modality in times of social isolation remain unknown. In addition, the literature evaluating whether the long-term effects of this type of training modality make it possible to fight against muscular and functional deconditioning in older adults and to promote the practice of PA was and remains to this day non-existent. Through the research work of this doctoral project, we will first attempt to examine the feasibility, acceptability but also the effectiveness of remote PA modalities on the functional capacities and muscular performance in older adults by comparing the differences pre- and post-training between 2 training modalities (100%-live vs. 100%-recorded) then in a second time between 2 mixed training modalities (66%-live vs. 66%-recorded) to refine our recommendations. Finally, we will try to determine if the effects of these interventions on the functional capacities and muscular performance in older adults are still observable in the middle-term (1-year follow-up) and if one of the modalities is more effective in maintaining good life habits in older adults.

To do this, two cohorts having carried out a 12-week remote PA-intervention during the first two confinements of the COVID-19 pandemic and having carried out two or three follow-up times (PRE, POST and +1 year) were included. : 1) the WEBEX-1 cohort, which is composed of 83 participants randomly assigned to two different virtual training modalities: the 100%-live group or interactive group [III; n=38 (30 women and 8 men)] and the 100%-recorded or video group [VVV; n=45 (38 women and 7 men)] 2) the WEBEX-2 cohort, which is composed of 46 participants randomly assigned to two mixed virtual training modalities: the 66%-live group or interactive – video – interactive [IVI; n=22 (18 women and 4 men)] and the 66%-registered group or video – interactive – video [VIV; n=19 (15 women and 4 men)]. In each of these two cohorts, functional capacities (normal walking speed and SPPB score), muscular power and endurance, as well as motivation for PA, energy expenditure and sedentary time were evaluated at pre- and post-

intervention. Following these studies, the participants who were included were called back unexpectedly (for them) 1 year after the start of the WEBEX-1 and -2 studies to suggest that they perform the same follow-up measurements and under the same conditions. (WEBEX-3).

The results obtained for these studies demonstrate that remote PA-interventions performed in a synchronous, asynchronous or mixed manner are feasible (adherence >80%), acceptable (pleasure >80%; usability >71%) in elderly people. On the other hand, the retention rate seems better among those following the interventions with live sessions. Our results also reveal that all interventions resulted in short-term improvements in muscle function (power and endurance) and functional capacities. Nevertheless, these improvements are greater in the groups using larger live training ratios and the retention rate seems better. Finally, our mid-term follow-up analyses show that these exercise training modalities help to maintain motivation levels towards PA practice, which seems to allow the observed beneficial effects to persist over time and mitigate the effects of detraining (post vs. +1 year). Our analyses also show that the remote exercise groups with higher interactive training rations (III and IVI) maintained better PA habits, which seem to help limit age-related physical decline (pre vs. +1 year).

The results of this thesis suggest that all remote modalities are feasible, acceptable and effective. Moreover, these also suggest that interventions with larger live training ratios would be more effective in improving physical function, more specifically functional capacities and muscle power, in the short term but also in the middle term. Finally, these results support the potential of virtual remote modalities as a tool to promote the practice of PA in older adults and allow aging well and more specifically the modalities with greater live training ratios (level of sedentary lower, higher level of physical activity and higher level of retention).

Keywords: Remote intervention, Connected health, Physical activity, Older adults, Functional capacities, Muscular function, Sedentary lifestyle, Lifestyles, Deconditionning, Technology, isolation

INTRODUCTION GÉNÉRALE

« Il faut ajouter de la vie aux années, pas des années à la vie. »
André Malraux

La sédentarité (passer plus de 8 heures par jour à faire des activités dont la dépense énergétique totale est < 1,5 METS) et/ou l'inactivité (pratiquer moins de 150 minutes d'activité physique (AP) modérée ou intense par semaine, c'est-à-dire METS > 3) sont le 4^{e} facteur de risque de mortalité. Les combattre fait donc partie des priorités de l'Organisation mondiale de la santé (OMS), des gouvernements ainsi que des sociétés savantes afin de favoriser le « bien vieillir », ou encore le « vieillissement optimal ». Même si les effets positifs de la pratique d'AP tout comme les effets négatifs de son arrêt immédiat (c.-à-d. directement après la fin de l'entrainement) sur la mobilité, la fonction musculaire et la performance physique sont largement observés chez les aînés, l'impact à moyen ou long terme de son arrêt est peu ou pas connu sur cette population. De plus, l'apparition d'événements extérieurs et/ou imprévisibles tels que les changements climatiques (pic de périodes de froid ou de grandes chaleurs, etc.) ou la pandémie de COVID-19 imposent une sédentarisation des individus ainsi qu'une augmentation drastique de l'inactivité physique de la population mondiale et des aînés plus particulièrement. Considérant les impacts cliniques potentiels de ces aspects, qui vont de la diminution des capacités fonctionnelles à la perte de mobilité, il est nécessaire de mieux comprendre les facteurs liés au déconditionnement consécutif à l'arrêt subit de la pratique d'AP menant les personnes à un état d'inactivité voire de sédentarité.

Ainsi, ce projet doctoral a pour objectif de contribuer à l'avancement des connaissances dans le domaine de la pratique d'AP chez les aînés, sujet primordial dans une perspective de maintien de la mobilité, de l'autonomie et de la participation sociale des aînés. Plus précisément, ce projet vise à étudier la faisabilité, l'acceptabilité et explorer l'efficacité de différentes modalités permettant la mise en place d'interventions en AP à distance et pouvant permettre de passer outre les barrières externes (pandémie, confinement, distance, climats, etc.) pouvant empêcher la pratique de celle-ci. Également, ce projet a pour but d'étudier l'impact à moyen terme (post-suivi à 1 an) de la mise en place de ces modalités pour contrer les effets du désentrainement et du vieillissement (déconditionnement) sur les capacités physiques et fonctionnelles des aînés.

En cela, ce projet s'inscrit dans une trajectoire innovante de par son devis longitudinal, mais également au travers des comparaisons entre les différents types de modalités d'intervention en AP à distance (interactive *vs*. pré-enregistrée) qui sont très peu documentées dans la littérature actuelle. Finalement, ce projet doctoral pourra aussi aider les cliniciens puisque cela permettra de peaufiner la prescription de l'AP de façon à assurer son efficacité, son efficience ainsi que son innocuité pour les aînés tout en maintenant un vieillissement réussi.

CHAPITRE 1 – ÉTATS DES CONNAISSANCES

1.1. Vieillissement : Généralités

Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), la population mondiale âgée de 65 ans et plus devrait doubler et atteindre 1.5 milliard de personnes en 2050, passant ainsi de 12 à 20% tandis que le nombre de personnes de 80 ans et plus devrait tripler entre 2019 et 2050 à 426 millions (United-Nations, 2019). Au Canada, tout comme au Québec, 1 personne sur 3 sera âgée de plus de 65 ans d'ici 2036 contre 1 personne sur 6 en 2011 (Santé-Québec, 2016).

Sur un plan biologique, le vieillissement est associé à l'accumulation d'importantes lésions moléculaires et cellulaires (Steves *et al.*, 2012; Vasto *et al.*, 2010). Au fil du temps, ces lésions conduisent à une réduction progressive des ressources physiologiques, à un risque accru de diverses maladies chroniques ou aigües, à une diminution générale des capacités physiques et mentales ainsi qu'une augmentation du risque de décès. En effet, l'avancée en âge est associée à un déclin des capacités physiologiques rapprochant l'individu d'un seuil critique de performance fonctionnelle qui peut devenir la cause d'une perte d'autonomie et d'un isolement des personnes.

Conjointement au vieillissement de la population (14% de la population est âgée de 65 ans et plus), l'espérance de vie augmente, elle aussi, constamment (Bélanger *et al.*, 2002). Cependant, ce temps de vie gagné n'est pas forcément synonyme d'une augmentation de l'espérance de vie qualitative. En effet, après l'âge de 65 ans, les hommes et les femmes vont passer +50% de leur temps avec des incapacités (Onder *et al.*, 2005). De plus, près de 15% des Canadiens âgés de 65 ans et plus déclarent avoir de la difficulté à monter des escaliers ou à marcher sur une distance de 200 mètres, 21% d'entre eux rapportent des troubles de la mobilité et 33% avoir des incapacités physiques (Kirkland *et al.*, 2015). Ainsi, un cercle vicieux menant à la perte de mobilité s'installe puisque le fait d'être inactif (inactivité physique) et sédentaire induit une perte de fonction musculaire produisant une réduction des capacités fonctionnelles.

1.2. Fonction musculaire et capacités fonctionnelles

1.2.1. Capacités fonctionnelles

La « capacité fonctionnelle » (Feng *et al.*) est un facteur important et central dans l'étude du vieillissement et plus spécifiquement au niveau du vieillissement musculaire. En effet, la sarcopénie, qui est une maladie reconnue « ICD-10 » depuis peu, réfère à la perte de masse musculaire avec l'âge au-delà d'un certain seuil, résulte en des conséquences fonctionnelles. Pour autant, le terme de CF est souvent utilisé à mauvais escient et de façon interchangeable avec d'autres termes comme: habileté fonctionnelle, performance fonctionnelle/physique, activités quotidiennes, etc., qui sont proches en termes de sens, mais pas de définition. Ainsi dans le cadre de cette thèse nous utiliserons la définition suivante de la CF soit: la capacité d'une personne à effectuer des activités permettant d'être autonome physiquement dans son quotidien [être capable de marcher, de se lever d'une chaise, de se tenir en équilibre, etc. ; (Guralnik *et al.*, 1994)].

Comme expliqué dans la section précédente, les processus naturels de détérioration associés au vieillissement vont entrainer une susceptibilité accrue aux déficiences systémiques pouvant mener à la fragilité, à la sarcopénie et à une diminution des capacités physiques et fonctionnelles (United-Nations, 2013). Ainsi, durant la sénescence liée à l'âge, une diminution des performances physiques, de la mobilité, de la flexibilité, de la force et de la masse musculaire est observée (McKendry *et al.*, 2018; Niccoli et Partridge, 2012). De ce fait, les CF vont diminuer également avec l'âge (Matos *et al.*, 2018). Le déclin de ces dernières peut être associé à l'inactivité physique, la sédentarité, une synthèse protéique réduite ou à des maladies chroniques, entrainant des limitations fonctionnelles qui augmentent le risque d'invalidité et de décès (Ikegami É *et al.*, 2020). Ainsi, la diminution des CF est donc dépendant d'événements multifactoriels, influencés par des facteurs sociodémographiques, cliniques et liés au mode de vie (Ikegami É *et al.*, 2020) rendant donc son identification précoce nécessaire.

Dans un contexte de recherche, l'évolution des CF avec l'avancée en âge est souvent étudiée de manière non exhaustive au travers des performances d'équilibre, de vitesse de marche et de lever de chaise (Berg *et al.*, 1992; Guralnik *et al.*, 2000; Podsiadlo et Richardson, 1991). En effet, il a été démontré que les performances d'équilibres diminuent au cours du temps consécutivement à

l'augmentation de la difficulté à maintenir un contrôle postural suffisant, ce qui a pour effet d'entrainer une augmentation du risque de chute (Kojima, 2015). Pour ce qui est de la vitesse de marche, il a été démontré que celle-ci diminue avec l'âge et qu'une vitesse de marche plus lente témoigne d'un risque accru de déclin physique, de chutes et d'hospitalisations (Peel *et al.*, 2013). Une autre étude a démontré qu'elle pouvait être prédictive du taux de survie à cinq et dix ans (Studenski, Stephanie *et al.*, 2011) et que son évaluation devrait être une mesure clinique standard pour les personnes âgées (Jerome *et al.*, 2015). De plus, une autre étude a mis en évidence que la vitesse de marche tout comme l'équilibre étaient réduits, par rapport aux jeunes adultes, d'environ 30 % chez les personnes de 50 à 70 ans et de 50 % chez les plus de 70 ans (Suetta *et al.*, 2019). Finalement, le test de lever de chaise est aussi utilisé pour évaluer validement la puissance musculaire et son évolution (Alcazar *et al.*, 2020). Or cette dernière subit une diminution à un rythme plus précoce et plus rapide que la masse musculaire et la force (Reid *et al.*, 2014). Plus spécifiquement ce déclin va de 1% par an à l'âge de 30 ans jusqu'à 6-9% vers l'âge de 60ans (Reid *et al.*, 2014).

D'ailleurs, des batteries de tests fonctionnels regroupant différents critères peuvent être employées pour mesurer les CF des aînés. Un des outils le plus utilisé et reconnu dans la littérature est le « Short-Physical Performance Battery » [SPPB ; (Guralnik *et al.*, 1994)]. Plus spécifiquement, le SPPB, est une batterie de tests standardisée composée de 3 tests (test de la marche sur 4-m; test de la chaise 5-répétitions et le test d'équilibre bipodal) et qui est sensible aux modifications des capacités fonctionnelles des ainés (Pavasini *et al.*, 2016) dont les scores totaux vont de 0 (pire performance) à 12 points (meilleure performance). Le score total au SPPB permet aussi de classifier le statut fonctionnel des individus puisqu'un score entre 0–6 points est signe d'une mauvaise performance, un score entre 7–9 points est considéré comme une performance modérée alors qu'un score entre 10 à 12 points est lui lié à une bonne performance (Guralnik *et al.*, 2000). De part ces aspects, il est considéré comme un des meilleurs marqueurs de perte d'autonomie physique et de mortalité (Guralnik *et al.*, 2000) ainsi qu'un critère de diagnostic des syndromes gériatriques (de Fátima Ribeiro Silva *et al.*, 2021). Cette batterie de test (score SPPB ≤ 8 points) est aussi intégrée dans l'algorithme de dépistage et de diagnostic de la sarcopénie sévère (Cruz-Jentoft *et al.*, 2019). Dans cette même lignée, des études longitudinales ont démontré que l'augmentation d'un point au score total du SPPB (+1 point), pouvait diminuer de 15% la

probabilité de chutes sur une période de deux ans (Kim, J. C. *et al.*, 2017; Lustosa *et al.*, 2020). Une autre étude a elle mis en évidence son utilité pour détecter les déficiences fonctionnelles physiques et les invalidités chez les patients sortis d'hôpital atteints de COVID-19 sévère (Bellan *et al.*, 2021).

Cela étant dit, toutes ces études mettent en évidence que les mesures des CF sont essentielles, non seulement pour évaluer l'état fonctionnel, mais aussi pour suivre l'évolution clinique globale des personnes âgées (de Fátima Ribeiro Silva *et al.*, 2021). En effet, les personnes de 65 ans et plus vont passer 50% de leur temps de vie restant avec des incapacités (Travison *et al.*, 2011). Ce constat montre que le maintien de la mobilité et des CF est un enjeu crucial chez les ainés pour permettre un vieillissement réussi. Or, d'autres études ont démontré que pour permettre un maintien des CF, il est nécessaire de maintenir l'ensemble des mécanismes responsables de la locomotion, dont le système musculaire (Bijnen *et al.*, 1998; Rantanen *et al.*, 1999). Ainsi, nous allons donc voir dans la section suivante les différents aspects liés à la fonction musculaire qui vont être mis en jeu dans la réalisation et le maintien des CF ainsi que l'impact du vieillissement sur ces derniers.

1.2.2. Masse musculaire

Pour ce qui a trait à la fonction musculaire, il est important de rappeler que la fonction principale du muscle est de créer du mouvement et donc de permettre à l'Homme de se déplacer ou d'effectuer des tâches de la vie courante. Bien qu'il existe plusieurs types de muscles, le muscle cardiaque, les muscles lisses et les muscles squelettiques, nous ne nous intéresserons qu'à ces derniers. Chez le sujet âgé, la fonction musculaire (masse, force, puissance et qualité musculaires) se dégrade progressivement (Larsson *et al.*, 2019). En effet, l'avancée en âge s'accompagne d'une modification de la composition corporelle se traduisant par une augmentation de masse grasse et une diminution de masse maigre (Barbat-Artigas *et al.*, 2016).

D'un point de vue épidémiologique, le pic de masse musculaire est atteint vers l'âge de 30 ans et est dépendant d'importantes variations individuelles (Holloszy, 2000). Il décroît ensuite approximativement de 3 à 8% par décennie avec une vitesse de déclin accélérée après l'âge de 60 ans (Iannuzzi-Sucich *et al.*, 2002). Cette décroissance affecte autant les membres inférieurs que supérieur (Lynch, N. A. *et al.*, 1999), mais de façon différente selon le sexe, car les femmes vont

être touchées plus sévèrement, indépendamment de l'âge, que les hommes (Baumgartner *et al.*, 1998).

Ainsi, les changements importants au niveau des muscles squelettiques lors du vieillissement ont des conséquences sur la santé à prendre en compte, car elles peuvent avoir des impacts significatifs sur la santé métabolique, sur le niveau d'indépendance physique et la mobilité des personnes âgées et donc per se sur la qualité de vie (Dionne, 2012). C'est donc ces causes et effets que nous allons maintenant développer.

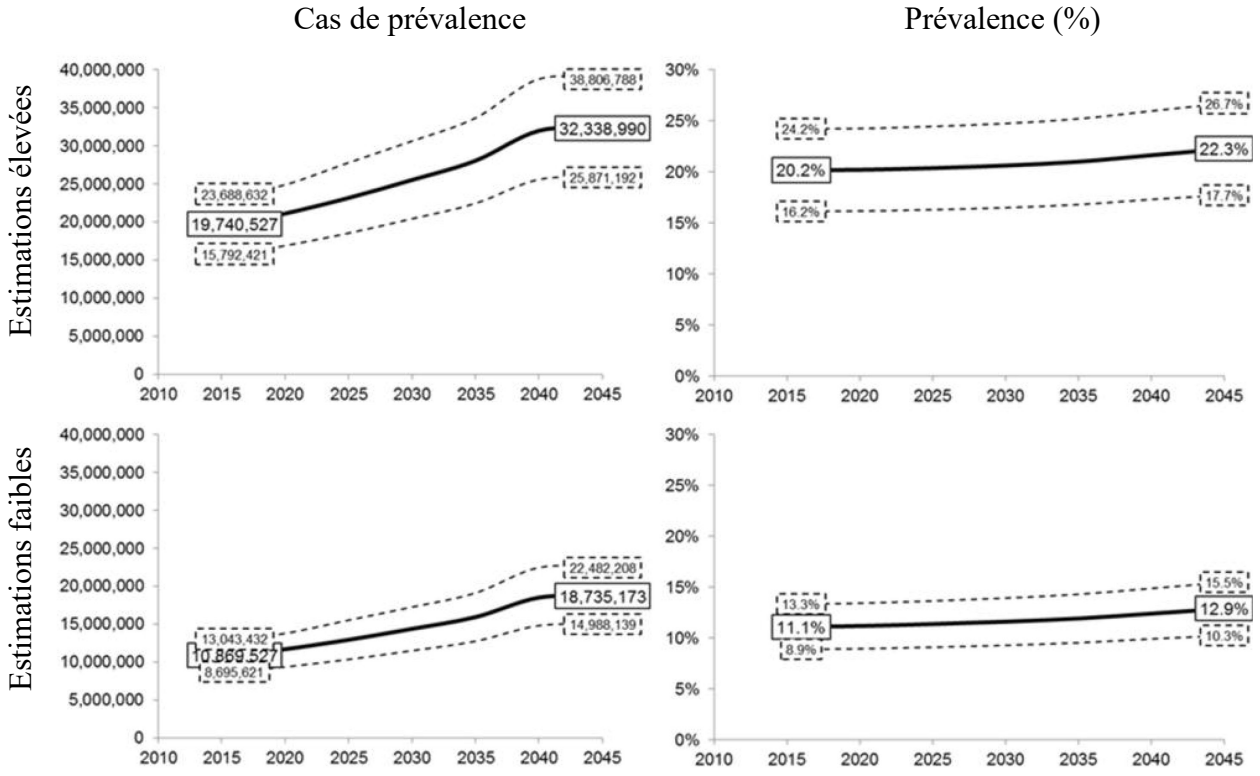
1.2.2.1. Masse musculaire: causes

La diminution de la masse maigre (masse musculaire, masse osseuse, organes et eau) est en grande partie due à la diminution de la masse musculaire, qui subit des modifications quantitatives et qualitatives pouvant avoir des conséquences sur la capacité des individus âgés à réaliser les activités de la vie quotidienne (Rantanen *et al.*, 1999).

Initialement, la perte de masse musculaire squelettique liée à l'âge a été définie comme étant le processus de « sarcopénie » (Rosenberg *et al.*, 2020). Elle a ensuite été définie de manière plus précise comme étant « un syndrome caractérisé par une perte progressive et généralisée de la masse et de la force des muscles squelettiques avec un risque d'effets indésirables tels qu'un handicap physique, une mauvaise qualité de vie et la mort » (Cruz-Jentoft *et al.*, 2010). Cette nouvelle définition est proposée par l'EWGSOP (groupe de travail européen sur la sarcopénie chez les personnes âgées) et qui a ensuite été amandé en recommandant d'utiliser la présence à la fois d'une faible masse musculaire et d'une faible fonction musculaire (force ou performance) ainsi qu'une faible vitesse de marche pour le diagnostic de la sarcopénie (Cruz-Jentoft *et al.*, 2019). Pour permettre ce diagnostic, ces auteurs ont mis en évidence une notion de seuil de sarcopénie pouvant être évalué grâce à différents tests musculaires ou de performances comme 1) Test de force de préhension [critère: force de préhension inférieure à 270 N pour les hommes et inférieure à 160 N pour les femmes; (Dodds *et al.*, 2015)], 2) Test d'assis-debout de 5 répétitions [critère: un temps de réalisation supérieur à 15 secondes ; (Cesari *et al.*, 2009)], 3) Vitesse de marche [critère: vitesse de marche normale inférieure à 0,8 m/s ; (Cruz-Jentoft *et al.*, 2010)] et, 4) SPPB [critère: un score total inférieur à 8/12 points ; (Pavasini *et al.*, 2016)]. Ainsi, la prévalence de la sarcopénie en lien

avec ces seuils est de l'ordre de 17.5% chez les plus de 65 ans. Néanmoins, si l'on prend la définition EWGSOP-2, cette dernière est entre 13 et 18% pour les hommes et entre 11 et 16% pour les femmes (Chen, Z. *et al.*, 2021; Papadopoulou *et al.*, 2020). De plus, il a été mis en évidence qu'en 2045, le nombre de personnes atteintes de sarcopénie augmenterait de 72,4% en Europe et que sa prévalence passerait de 11% à 13% [(Ethgen *et al.*, 2017) ; Figure 1.1].

Figure 1.1: Prévalence projetée de la sarcopénie en Europe de 2016 à 2045 selon les variantes de définition les plus élevées et les plus basses [les cases et lignes en pointillé représentent les analyses de sensibilité à ±20 % ; (Ethgen et al., 2017)]



Les causes de la sarcopénie sont multiples et sont la résultante de modifications neurophysiologiques dues à une diminution du nombre de motoneurones innervant le muscle avec l'âge (Booth *et al.*, 2017); une diminution de la synthèse protéique pour la composante myo-fribrillaire (Welle *et al.*, 1995); une diminution de la production endogène de facteurs de croissance (Castaneda *et al.*, 1995); une augmentation de la sédentarité (Bijnen *et al.*, 1998). Ce dernier facteur semble être un des facteurs les plus déterminants de la sarcopénie (Bijnen *et al.*, 1998).

1.2.2.2. Masse musculaire: conséquences

Sachant que la prévalence de la sarcopénie est importante chez les plus de 65 ans et qu'elle augmente conjointement avec l'avancée en âge, certaines études se sont penchées sur les conséquences de ce processus. En ce sens, des études ont montré que le phénomène de sarcopénie est souvent associé à un handicap, à l'utilisation d'une aide à la marche (canne ou marcheur), et à un historique de chute chez les hommes et les femmes (Baumgartner *et al.*, 1998), mais aussi à une augmentation du risque de fractures (Melton *et al.*, 2000). De plus, une revue de littérature a mis en évidence que la perte de masse musculaire a pour conséquence de limiter les CF (vitesse de marche, lever de chaise, monter des marches, etc.) des personnes âgées ayant pour effets de diminuer la qualité de vie et d'augmenter l'état de dépendance (Gault et Willems, 2013). Ces conclusions sont en accord avec une étude japonaise qui a inclus 1200 participants âgés de plus de 65 ans et qui a montré que la sarcopénie était significativement associée à une diminution des CF mais encore plus important, que cela pouvait induire des invalidités dans les activités instrumentales de la vie quotidienne (Podsiadlo et Richardson, 1991) à hauteur de 39% chez les hommes et de 31% chez les femmes (Tanimoto *et al.*, 2012). En accord avec les études citées précédemment, il apparait que la sarcopénie a un fort impact sur les CF et que cet impact est fortement corrélé avec l'avancée en âge (Cruz-Jentoft *et al.*, 2019). Cependant, selon l'étude de Tanimoto et al., (2012) la sarcopénie au sens strict du terme originellement définit par Rosenberg, c'est-à-dire la perte de masse musculaire, ne semble pas être le seul facteur responsable de la diminution des CF avec l'âge (Tanimoto *et al.*, 2012). En effet, physiologiquement, cette altération structurelle du muscle s'accompagne, tant chez l'homme que chez la femme d'un déclin de la force associé et de la puissance musculaire indépendamment du mode de contraction musculaire ce qui induit des conséquences majeures sur le plan des capacités fonctionnelles et à terme à une diminution de l'autonomie physique des personnes (Lindle *et al.*, 1997).

Dans la prochaine section, nous allons élaborer le rôle spécifique de la force musculaire et son importance conjointe à la masse musculaire dans le maintien des CF.

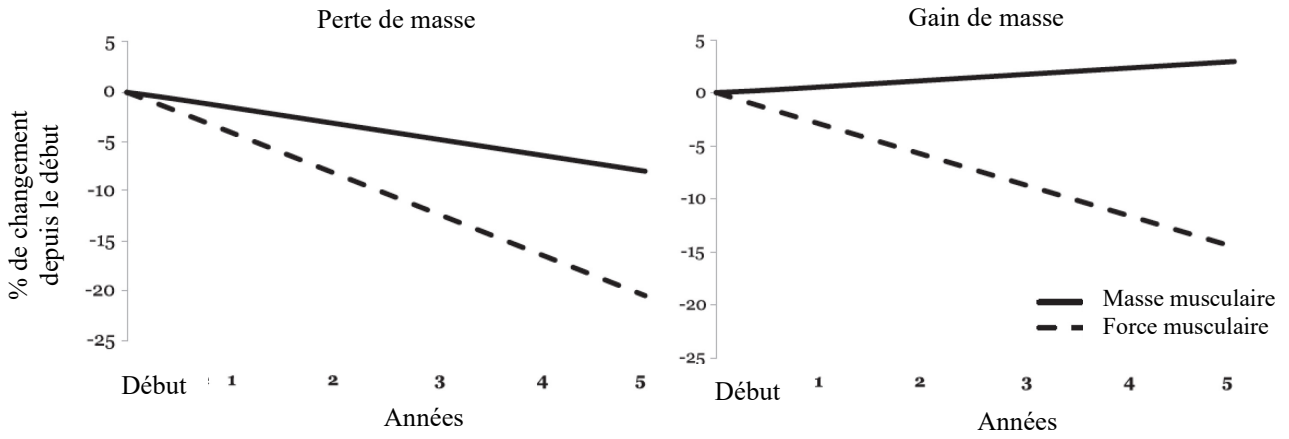
1.2.3. Force musculaire.

1.2.3.1. Force musculaire : Causes

La force musculaire est un aspect de la fonction musculaire qui décline également avec l'avancée en âge. En effet, certaines études ont montré que la force musculaire des extenseurs du genou est réduite de 20 à 40 % entre 20 et 80 ans (Larsson *et al.*, 2019; Murray *et al.*, 1985). La réduction de force musculaire semble s'accélérer tout particulièrement entre 60-70 ans. Des études longitudinales observent ainsi une réduction de 30 à 40 % de la force des extenseurs du genou et de l'épaule entre 60 et 70 ans (Frontera, W. R. *et al.*, 2000) et cette réduction semble lié avec l'âge et le sexe des individus (Wu *et al.*, 2016).

Historiquement, comme indiqué précédemment, le terme sarcopénie était défini à l'origine comme la perte de masse musculaire liée à l'âge. Cependant, Evans (1995) a explicitement mentionné que « La réduction musculaire liée à l'âge est une cause de la diminution de la force musculaire. La masse musculaire (et non la fonction) semble être le principal déterminant des différences de force […]. La diminution de la force musculaire chez les personnes âgées est une cause majeure de leur prévalence accrue de handicap » (Evans, 1995). C'est ainsi qu'a commencé l'étude des liens entre les changements de masse musculaire, de force musculaire et de fonction physique avec l'âge. Ce lien sous-entend que ces changements sont causalement liés et que les changements de masse musculaire squelettique sont directement et entièrement responsables des changements de force. Or, il est connu que la force musculaire ne dépend pas uniquement de la taille des muscles (Moritani et deVries, 1979). D'ailleurs, les données longitudinales issues de l'étude « Health ABC » menée durant 5 ans chez des personnes âgées indiquent que la baisse de la force musculaire est beaucoup plus rapide que la perte de masse musculaire et que le changement au niveau de la masse musculaire des quadriceps n'explique qu'environ 6 à 8% de la variabilité inter-sujet de la force musculaire des extenseurs du genou (Delmonico *et al.*, 2009). De plus, maintenir ou gagner de la masse musculaire n'empêche pas le déclin de la force musculaire lié au vieillissement [Figure 1.2 ; (Manini et Clark, 2012)]. Ces résultats indiquent que la perte de force musculaire chez les personnes âgées est faiblement associée à la perte de masse musculaire. Dans son ensemble, ces résultats suggèrent plutôt que la faiblesse musculaire chez les personnes âgées est davantage liée à des activations neurales (centrales) et/ou à une réduction intrinsèque de la capacité de générer de la force du muscle squelettique.

Figure 1.2: Relation entre les changements dans la force de l'extenseur du genou et le muscle de la section transversale du quadriceps fémoral (Manini et Clark, 2012).



Ainsi, il est maintenant admis que même si la personne âgée préserve sa masse musculaire, la force est, elle, affectée par une diminution avec l'âge marquée à l'âge de 50ans et qui s'accélère passer 65ans (Haynes, E. M. K. *et al.*, 2020; Lord *et al.*, 2018; Wu *et al.*, 2016).

1.2.3.2. Force musculaire : conséquences fonctionnelles

Des études rendent compte aussi que la perte de force chez les personnes âgées est un facteur déterminant de la dégradation des CF. Par exemple, le laboratoire du Dre Aubertin-Leheudre a montré que la qualité (force musculaire / masse corporelle) et non la quantité (masse musculaire) prédisait le déclin des CF (Barbat-Artigas *et al.*, 2013), mais également que seule la force musculaire relative des extenseurs du genou (c'est-à-dire la force divisée par la masse de la cuisse) influençait la relation entre vie active et vitesse de marche (Barbat-Artigas *et al.*, 2016). D'autres auteurs ont eux aussi mis en évidence que chez les hommes la perte de force était un facteur important expliquant la variabilité interindividuelle de la vitesse de marche rapide, mais pas chez les femmes plus âgées (Clark *et al.*, 2014) ou que la force de préhension et celle des extenseurs du genou étaient fortement liées à la mortalité [même en tenant compte de la zone musculaire et de la masse maigre régionale ; (Newman *et al.*, 2006)].

De plus, les conséquences de la perte de force musculaire sont stupéfiantes puisqu'elle augmente le risque d'incapacité physique (Rantanen *et al.*, 1999), de mauvaises performances physiques

(Ploutz-Snyder *et al.*, 2002) et même de décès (Newman *et al.*, 2006). Xue et al., ont quant à eux rapporté dans une étude longitudinale incluant 436 femmes, des taux plus rapides de diminution de la force de préhension et des fléchisseurs de la hanche chez les femmes et que ces dernières prédisaient indépendamment la mortalité après avoir tenu compte des facteurs de confusion potentiels. Plus précisément, les risques relatifs étaient de 1,33 et 2,62 pour la force de préhension et de la hanche, respectivement (Xue *et al.*, 2010). Ces résultats ont depuis été confirmés par une étude récente précisant que la réduction du moment de force plus est précoce chez les femmes (41 ans contre 66 ans chez l'homme) et que ce facteur expliquerait le taux différentiel de déclin fonctionnel lié à l'âge (Haynes, E. M. K. *et al.*, 2020). Collectivement, ces résultats montrent que la perte de force musculaire chez les personnes âgées a des conséquences négatives graves en ce qui concerne l'incapacité physique, la fonction physique et la mortalité.

Le vieillissement normal des individus entraine donc des pertes de capacités au niveau de la fonction musculaire amenant les aînés à faire face à une diminution concomitante de leurs CF. Cependant, cette affection de leurs CF n'est pas une fatalité et peut-être influencée dans diverses directions par le mode de vie adopté que l'on va ici regrouper sous le terme « habitudes de vie ».

1.3. Habitudes de vie en activité physique

1.3.1. Sédentarité

La sédentarité est un facteur reconnu pour avoir un impact sur le vieillissement, la fonction musculaire ainsi que les capacités fonctionnelles et étant présenté comme un enjeu majeur dans les politiques de santé publique axées sur la pratique de l'AP.

1.3.1.1. Sédentarité: Définition et prévalence

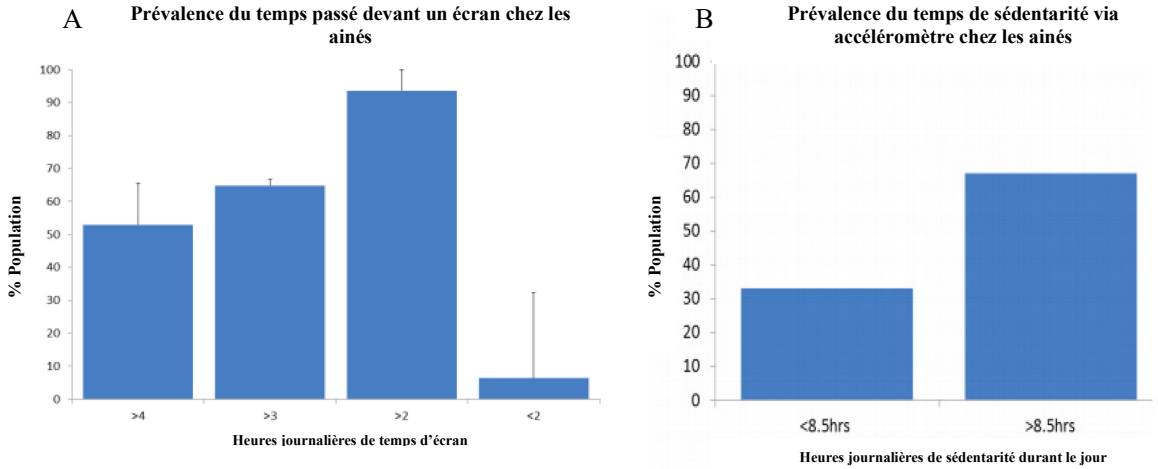
Selon l'OMS, la sédentarité est le 4^{e} facteur de risque de constitue le quatrième facteur de risque de maladies non transmissibles au niveau mondial (6 % des décès), juste après l'hypertension (13 %), le tabagisme (9 %) et un taux élevé de glucose dans le sang [6 % ; (OMS, 2009)]. De plus, la sédentarité constitue la cause principale d'environ 21 à 25 % des cancers du sein et du côlon, 27 % des diabètes de type II et environ 30 % des maladies cardiaques ischémiques. En outre, les maladies non transmissibles représentent désormais près de la moitié des morbidités puisque pour 10 décès, 6 sont dus à des affections non transmissibles (OMS, 2008).

Le terme de sédentarité prend son origine du mot latin « sedere » qui signifie « être assis ». La notion de sédentarité comprend donc tous les comportements se référant à des activités qui n'augmentent pas la dépense énergétique de repos, incluant des activités telles que dormir, être assis. Ainsi un comportement sédentaire correspond à une dépense énergétique inférieure ou égale à 1-1,5 METs [le MET étant l'unité d'équivalence métabolique qui représente le coût énergétique de repos et est égal à 1kcal/kg/h ; (Pate *et al.*, 2008)]. Il découle donc de cette définition une notion de seuil par rapport auquel on va pouvoir déterminer si la personne est sédentaire ou non sachant que la question de la sédentarité ne s'arrête pas à la pratique isolée d'un comportement sédentaire, mais prend tout son sens lorsqu'on l'observe sur des périodes plus longues allant d'une simple journée à des semaines, des mois ou une année. Ainsi, le seuil de sédentarité commun généralement définie est donc de passer 8 heures ou plus/jour avec un comportement sédentaire [activité < 1.5 METs ; (Bull *et al.*, 2020)].

En ce qui concerne la prévalence de la sédentarité, cette dernière dans les pays de l'Union européenne et d'Amérique du Nord a augmenté au cours des deux dernières décennies (López-Valenciano *et al.*, 2020; Yang *et al.*, 2019) et une méta-analyse, menée en 2013, s'intéressant au comportement sédentaire des personnes âgées, a démontré que 60% des 60 ans et plus passaient plus de 4 heures par jour devant des écrans (Harvey *et al.*, 2013), que 67% d'entre elles passaient en moyenne 8,5 heures par jour dans un comportement sédentaire [(Stamatakis *et al.*, 2012) ; Figure 1.3].

Entre les années 2012 et 2018, le temps médian auto-déclaré à effectuer des activités sédentaires (être assis) est passé de 300 min à 480 min par jour pour les hommes et de 240 min à 425 min par jour pour les femmes dans l'Union européenne (Froböse I., 2018). Au niveau international, les études rapportent que le nombre d'heures passées assis a augmenté à hauteur de 9,4 h par jour chez les personnes âgées (≥ 60 ans) (Harvey *et al.*, 2015) alors qu'elle n'a augmenté que de 8,2 h par jour chez les adultes (Bauman *et al.*, 2018).

Figure 1.3: A - Temps passé devant des écrans en moyenne par jour par une personne âgée de plus de 60ans (Harvey et al., 2013). B - Temps moyen par jours de comportement sédentaire pour une personne âgée de plus de 60ans (Stamatakis et al., 2012).



1.3.1.2. Sédentarité : Conséquences

Au niveau des conséquences, la sédentarité peut être imputable à deux types de comportement : la sédentarité que l'on appellera « chronique » et qui fera référence aux comportements sédentaires volontaires et la sédentarité dite « aigüe » qui fera référence au phénomène subit par les patients hospitalisés lors d'immobilisations prolongées.

En ce qui concerne la sédentarité chronique, une étude a rapporté que le phénomène de sarcopénie était accentué chez les personnes âgées de plus de 60 ans présentant des comportements sédentaires, tel que rester assis devant la télévision et que chaque heure de comportement sédentaire en plus ajouté 33% de risque en plus de devenir sarcopénique (Gianoudis *et al.*, 2015). D'autres données suggèrent qu'un temps de sédentarité plus élevé est relié à un risque majoré d'obésité (Blüher, 2019), de résistance à l'insuline (Cooper *et al.*, 2012), de diabète de type 2 (Han *et al.*, 2022), mais également d'apparition de maladies cardiovasculaires ainsi que de décès précoce (Lavie *et al.*, 2019). Une autre étude démontre que rester assis plus de 4 heures/jour est un facteur de risque de perte de force, d'endurance cardiovasculaire et de flexibilité chez les hommes ; et de perte de force, d'équilibre, de vitesse de marche et d'endurance aérobie chez les femmes (Sagarra-Romero *et al.*, 2019). Ainsi, si nous croisons les résultats de ces études, en sachant que plus de 60% des personnes âgées de plus de 60 ans sont sédentaires (Harvey *et al.*, 2013; Stamatakis *et al.*, 2012), 60% des personnes âgées s'exposent dangereusement au phénomène de sarcopénie et à l'apparition de maladie cardiovasculaire ou à un décès précoce.

En ce qui concerne la sédentarité aigüe ou que l'on pourrait encore appeler « 'immobilisation », celle-ci entraine, chez les personnes hospitalisées pour de longues durées, consécutivement à une chute ou une pathologie préexistante (fragilité; sarcopénie), une augmentation importante du temps sédentaire (hors temps de sommeil) pouvant aller jusqu'à 17 heures par jour (Pedersen *et al.*, 2013). Également, il a été démontré qu'à l'issue d'une période d'hospitalisation de 10 jours, une perte de 16 % de la force musculaire et 6 % de sa masse musculaire était observée chez les ainés (Kortebein *et al.*, 2007). Finalement, cette perte drastique de fonction musculaire due à l'hospitalisation va induire un risque de chutes dans les 3 mois suivant la sortie des aînés à hauteur de 34 % (Sherrington *et al.*, 2011) et un risque d'invalidité durant la 1ère année après leur sortie à hauteur de 33% consécutif à un déclin fonctionnel (Buurman *et al.*, 2011). De plus, d'un point de vue purement musculaire, une diminution de 10 à 70% de la surface des fibres après 2 à 5 semaines d'immobilisation est observée chez l'homme adulte (Thomason et Booth, 1990). D'autres études ont également montré une diminution d'environ 10 % du quadriceps après une suspension du membre inférieur de 14 jours (Kawakami *et al.*, 2000) et que cette diminution pouvait atteindre 18% après 4 mois d'alitement (LeBlanc *et al.*, 1992).

La sédentarité et l'immobilisation vont donc avoir un impact important sur la réduction de la masse musculaire notamment (Kortebein *et al.*, 2007; Sagarra-Romero *et al.*, 2019) en provoquant des dommages au niveau de la jonction neuromusculaire et une dénervation musculaire suggérant que l'atrophie musculaire résulte de la réduction de la charge mécanique, mais également de processus neurodégénératifs (Narici *et al.*, 2020). Ces deux impacts conjoints vont avoir comme résultante la dégradation de la structure et la fonction du muscle via une atrophie importante des fibres musculaires (Baldwin et Haddad, 2001) avec une perte plus importante des fibres de type I que des fibres de type II (Borina *et al.*, 2010).

Cependant, la sédentarité n'est pas le seul facteur inhérent aux habitudes de vie à influencer les capacités physiques des aînés. Un autre facteur connu et dont il est important de parler est l'inactivité physique.

1.3.2. Inactivité physique

1.3.2.1. Inactivité physique : Définition et prévalence

L'inactivité physique est, elle, définie comme le manque ou l'absence de pratique régulière d'activité physique à intensité modérée ou élevée (Sedentary Behaviour Research, 2012). Ainsi, une personne peut être sédentaire et active physiquement ou inversement inactive physiquement, mais non-sédentaire. L'inactivité physique concerne tous les individus qui n'atteignent pas les recommandations minimales en matière d'activités physiques, soit faire 90 minutes par semaine d'activité physique à intensité élevée ou 150 minutes par semaine à intensité modérée (Davis *et al.*, 2014). L'inactivité physique est identifiée comme étant la 4^{e} cause de mortalité dans le monde et représente 6% de la mortalité mondiale (OMS, 2010). Elle est d'ailleurs l'un des problèmes de santé modifiable les plus urgents du 21^{e} siècle (O'Reilly *et al.*, 2011). Qui plus est, selon un rapport de l'OMS sorti en novembre 2022 et traitant du manque d'activité physique dans le monde, les coûts de soins de santé annuels dus à l'inactivité physique auraient atteint les 27 milliards de dollars US dans le monde et 421 millions $US, soit 575 millions $CAD au Canada (OMS, 2022). Ces coûts s'expliquent par sa prévalence puisque selon ce même rapport, 27,5% des adultes dans le monde ne font pas la quantité d'activité physique recommandée et au Canada ce pourcentage s'élève à hauteur de 26 % pour les hommes et 31% des femmes âgées de 18 ans et plus (OMS, 2022). Il a aussi été observé que cette prévalence est plus élevée dans les pays à haut revenu (Teo *et al.*, 2013). Les causes de l'augmentation de l'inactivité physique sont multifactorielles et peuvent provenir de certains facteurs environnementaux comme le manque d'installation, le manque d'offre, le manque de moyens financiers, les problèmes de transports (accès et embouteillages) ou encore la pollution de l'air (OMS, 2014).

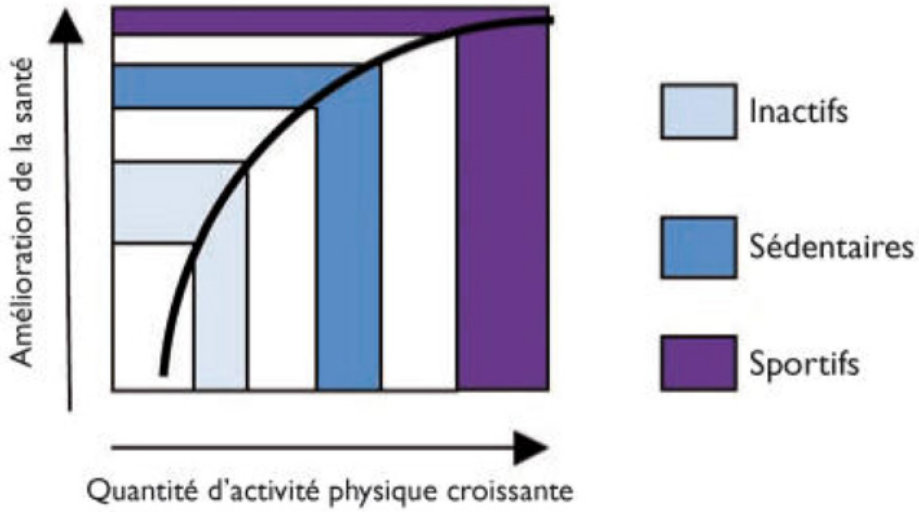
Ainsi, l'inactivité physique chez les adultes est par essence multifactorielle et est un phénomène mondial gagnant du terrain tout comme la sédentarité. De ce fait, un grand nombre d'études et d'ouvrages considèrent le comportement d'inactivité physique comme une maladie chronique qui s'accentue avec l'âge (Sacco F, 2012).

1.3.2.2. Inactivité physique: Conséquences

Du point de vue des conséquences sur la santé des personnes, l'inactivité physique persistante (c.-à-d. pendant plusieurs années) s'associe à un risque relatif documenté d'altérer la santé et la

corrélation entre inactivité physique et mauvaise santé est un fait maintenant bien établi [Figure 1.4 ; (Golay, 2013)]. De ce fait, l'inactivité physique est responsable de 6% de la mortalité toutes causes confondues, de 6% des maladies coronariennes, de 7% du diabète de type 2, de 10% des cancers du sein ou du côlon, et de 9% des morts prématurées (Lee *et al.*, 2012). De plus, la relation entre être en mauvaise santé et inactif est exponentielle. Ainsi, l'OMS estime qu'entre 2020 et 2030 plus d'un demi-million de personnes dans le monde développeront de nouveaux cas d'obésité, de diabète, de maladies cardiaques ou d'autres maladies non transmissibles directement attribuables à des modes de vie inactifs (OMS, 2022).

Figure 1.4: Corrélation entre l'inactivité physique et l'amélioration de la santé chez les personnes (Golay, 2013).



Dans leur ensemble, ces données témoignent de l'importance de contrer la sédentarité et l'inactivité par la pratique d'activité physique régulière chez les personnes âgées. En effet, il apparait clair que la sédentarité et l'inactivité jouent un rôle important dans les déclins physiques, musculaires et fonctionnels chez la personne âgée. Pour pallier ces conséquences du vieillissement, plusieurs approches sont aujourd'hui utilisées dans le domaine de la gériatrie. La première est l'approche pharmacologique, qui consiste à prescrire des médicaments aux patients. Néanmoins, aucun médicament, contrant le déclin de la fonction musculaire et des CF, n'a été développé. De plus, cette approche pose des problèmes de santé publique puisque les aînés sont souvent poly-médicamentés [10 médicaments/aînés ; (Aparasu *et al.*, 2005)]. Or, il est connu que cette polymédication augmente les risques de réactions indésirables ou l'interférence de ces derniers

dans les effets ciblés (Onder *et al.*, 2002). Ainsi, il apparait donc important de privilégier des approches non pharmacologiques, ce qui va d'ailleurs dans le sens de l'OMS qui préconise l'activité physique pour promouvoir et permettre le bien vieillir (OMS, 2004).

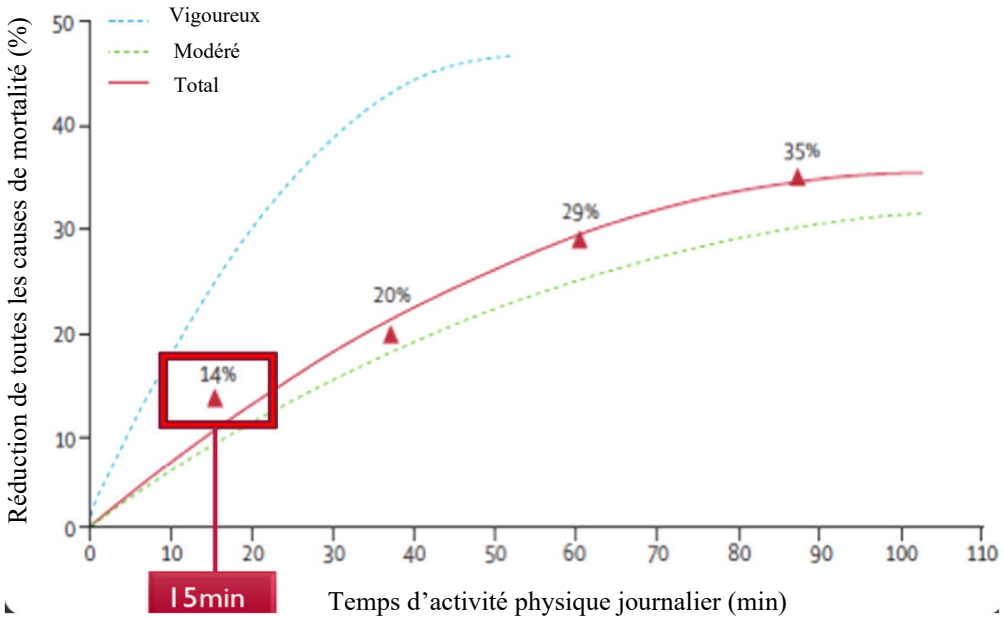
1.3.3. Activité physique

1.3.3.1. Activité physique: Définition et prévalence

L'activité physique (AP) est définie comme un mouvement du corps aboutissant à une dépense énergétique (Caspersen *et al.*, 1985). L'AP, qui inclut l'exercice, qui est lui-même défini comme un mouvement corporel planifié, structuré et répété dans le but de maintenir ou d'améliorer sa santé physique (Caspersen *et al.*, 1985; Tremblay *et al.*, 2017).

L'AP est catégorisée en fonction de son intensité qui est relié à la dépense énergétique qu'elle engendre. Cette intensité est exprimée en MET qui est une unité métabolique de référence. Ainsi, 1 MET équivaut au métabolisme de repos soit environ 3,5 ml.O_2/kg/min). Sur cette base, les activités dites «légères» sont comprises entre 1,5 et 3 METS (marche, étirements, yoga, etc.), les activités dites «modérées» entre 3 et 6 METS (cyclisme, tennis de table, aquagym, etc.) et les activités dites «élevées» seront supérieures à 6 METS (course à pied, nager, tennis en simple, etc.) (Ainsworth *et al.*, 2011). À cet égard, une étude longitudinale menée sur 8 ans auprès de personnes âgées, et dont le critère « être actif » correspondait à pratiquer 90 minutes d'exercices à intensité modérée par semaine ou 15 minutes par jour, a observé une diminution de 14% du risque de mortalité et un gain de 3 ans d'espérance de vie [Figure 1.5 ; (Wen *et al.*, 2011)].

Figure 1.5: Impact de la pratique d'activité physique sur la réduction du risque de mortalité liée à l'apparition de pathologie (Wen et al., 2011).



Également, une méta-analyse a démontré que la pratique d'AP à intensité modérée à hauteur de 60 à 75 minutes par jour suffisait à éliminer les effets délétères de la sédentarité chez les aînés (Ekelund *et al.*, 2016).

En lien avec les études mentionnées ci-haut, l'OMS a affiné au cours des années ses recommandations en termes de pratique d'AP nécessaire à une bonne santé par tranche d'âge de la population. Ainsi, selon l'OMS, les personnes âgées entre 18 et 65ans devraient consacrer au moins 150 minutes par semaine à une activité d'endurance d'intensité modérée (soit entre 900 et 1800 METS par semaine) ou pratiquer au moins 75 minutes d'activité d'endurance d'intensité soutenue (soit entre 5400 et 9000 METS par semaine). De plus, ces personnes devraient pratiquer 2 fois par semaine ou davantage des activités de renforcement musculaire d'intensité modérée ou supérieure – qui sollicitent les principaux groupes musculaires – puisque celles-ci procurent des bienfaits supplémentaires pour la santé surtout musculaire et fonctionnelle. Remplacer la sédentarité par une AP légère quelle que soit l'activité (marche, jardinage, ménage, etc..) est aussi bénéfique pour la santé. S'efforcer de dépasser les niveaux recommandés d'AP d'intensité modérée à soutenue est donc important afin d'amoindrir les effets néfastes d'un niveau de sédentarité élevé. » (OMS, 2022).

Cependant, selon le dernier rapport de l'OMS produit en 2022, en concomitance avec l'augmentation de la sédentarité, 28 % des adultes de 18 ans et plus (hommes 26 %, femmes 31 %) n'étaient pas suffisamment actifs en 2016. De plus, dans les pays à revenu élevé tel que le Canada, 26 % des hommes et 35 % des femmes n'étaient pas suffisamment actifs physiquement, contre 12 % des hommes et 24 % des femmes dans les pays à faible revenu (OMS, 2022). Parmi les principales raisons, on retrouve la sédentarité liée au type de travail, les loisirs passifs (technologie) ou encore les modes de transport « passifs ».

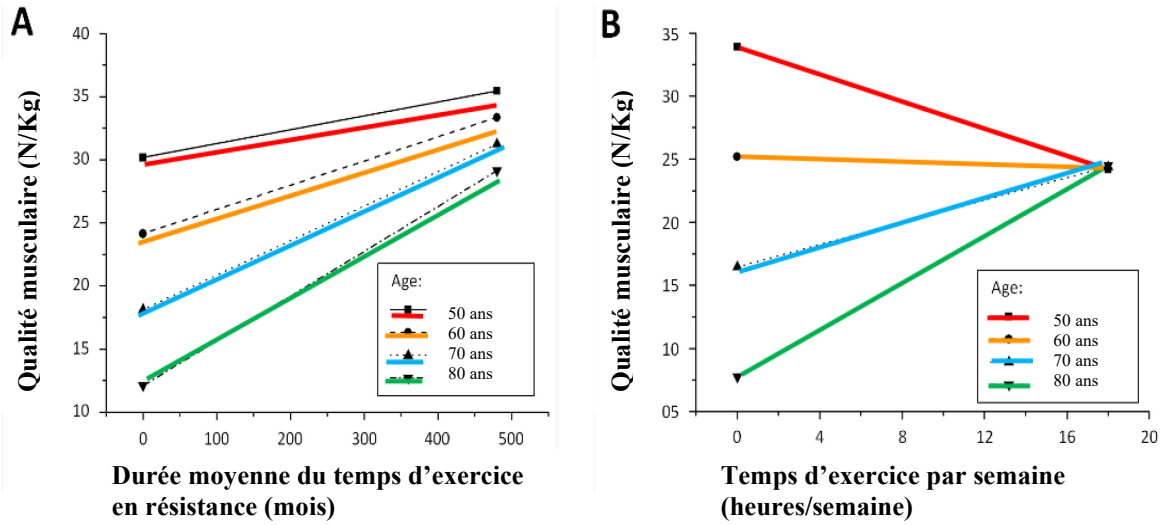
1.3.3.2. Activité physique en laboratoire/supervisée: Effets sur la fonction musculaire et les capacités fonctionnelles

Tout d'abord, il a été observé que la pratique d'AP ralentit les effets délétères liés au vieillissement comme la fragilité ou la sarcopénie (Schutzer et Graves, 2004) via différents mécanismes tels que des contractions musculaires, l'augmentation de la dépense énergétique, la diminution de l'inflammation systémique ou du stress oxydatif (Arazi et Eghbali, 2018). De plus, plusieurs études montrent un ralentissement de l'altération de la fonction musculaire via la pratique d'AP en résistance durant 12 semaines à hauteur de trois séances/semaine (Borde *et al.*, 2015; Frontera, W. R. *et al.*, 2000; Vikberg *et al.*, 2019). Ce type d'AP est le plus recommandé pour contrer les phénomènes de déclins musculaires et fonctionnels (Borde *et al.*, 2015). En ce sens, une méta-analyse rapporte que la force maximale des extenseurs du genou augmentait en moyenne de 33% au cours d'un programme d'AP en résistance de 18 semaines chez des hommes et femmes âgés de 50 à 92 ans (Peterson *et al.*, 2011). Or, la force des extenseurs du genou est depuis longtemps identifiée comme un déterminant important de l'équilibre statique et dynamique ainsi que de la qualité de vie des personnes âgées (Carter *et al.*, 2002; Karinkanta *et al.*, 2005). De plus, une étude longitudinale s'échelonnant sur 12 ans a démontré que la perte de force de l'extenseur du genou (-24 %) pouvait être compensée jusqu'à hauteur de 16% par un programme de 12 semaines de résistance à 80 % du maximum d'une répétition [1RM ; (Frontera, Walter R et Bigard, 2002)].

Consécutivement à l'étude de la perte de force et aux entrainements en résistance, certaines études ont également démontré chez les aînés une diminution de la puissance musculaire (Force x Vitesse) des membres inférieurs avec l'âge (Reid *et al.*, 2014) et qui peut-être plus importante [3–4%/an contre 1–2%/an pour la force ; (Metter *et al.*, 1997)] et plus rapide (Petrella *et al.*, 2005) que celle

de la force musculaire. De plus, il a été démontré que la puissance musculaire a des implications importantes pour le fonctionnement physique et est un prédicteur des CF tel que la mobilité et la marche (Bean *et al.*, 2003; Cuoco *et al.*, 2004) et est un déterminant des risques de chutes (Moreland *et al.*, 2004). D'ailleurs, de nombreuses méta-analyses et revues systématiques ont montré des améliorations plus importantes de la fonction physique chez les aînés suite à un entrainement en puissance par rapport à un entrainement en résistance (Balachandran *et al.*, 2022; da Rosa Orssatto *et al.*, 2019; Vetrovsky *et al.*, 2019). Néanmoins, même si les entrainements en puissance semblent être intéressants et pertinents pour l'amélioration de la fonction musculaire, une étude du laboratoire du muscle et de sa fonction du Dre Aubertin-Leheudre menée en 2014 et s'intéressant à la qualité musculaire (Force/Masse musculaire) a conclu que l'entrainement volontaire de type aérobie permettait aussi d'obtenir des bénéfices sur la qualité musculaire chez les personnes de 60ans et plus (Barbat-Artigas *et al.*, 2014) (Figure 1.6).

Figure 1.6: Influence des différents styles d'entrainement sur le maintien de la force chez une population d'ainés de plus de 50ans. A - Influence des exercices en résistance. B - Influence des exercices aérobies (Barbat-Artigas et al., 2014).



Cependant, cette étude étant dans un contexte volontaire ne permet pas de renseigner le type d'exercice aérobie à privilégier (court à haute intensité ou long à intensité moyenne).

Heureusement, des auteurs ont comparé l'entrainement aérobie par intervalles à haute intensité (HIIT) à l'entrainement aérobie en continu à intensité modérée (CONT) chez des populations âgées (Boukabous *et al.*, 2019; Hwang, C. L. *et al.*, 2019; Youssef *et al.*, 2022). Plus spécifiquement, il

a été observé, chez des personnes âgées de 48 à 78 ans, une augmentation de la capacité cardio-respiratoire (VO_2max) de 10% pour le groupe HIIT (4 intervalles de 4 minutes à 90% de la fréquence cardiaque pic (FCpic) entrecoupés de 3 × 3 minutes de récupération active à 70% de FCpic pour un total de 25 minutes) et de 8% pour le groupe CONT (32 minutes à 70% de FCpic) sans pour autant mettre de l'avant la supériorité d'une des 2 méthodes d'AP (Hwang, C. L. *et al.*, 2019). Une autre étude a observé, à travers un devis randomisé et interventionnel en HIIT (6 x 30s sprint à 50% de la puissance maximale entrecoupé de 3 min de repos actif entre chaque sprint) de 6 semaines chez des personnes âgées (62 ans), une augmentation de la puissance musculaire des membres inférieurs (706,5 *vs.* 831,1 W), de la masse musculaire des membres inférieurs (66,1 *vs.* 68,1 kg) et une diminution de la masse grasse (22,8 *vs.* 20,8%) chez les participants du groupe HIIT comparativement au groupe contrôle qui lui n'a connu aucune différence (Sculthorpe *et al.*, 2017). Également, d'autres études ont démontré les meilleurs effets des entrainements en HIIT comparativement aux CONT sur l'amélioration des CF en augmentant significativement plus les paramètres de marche (Coetsee, C. et Terblanche, 2017; Petrella *et al.*, 2005), la vitesse de marche normale (Jiménez-García *et al.*, 2019), mais également la qualité de vie évaluée par le questionnaire SF-36 (Jiménez-García *et al.*, 2019). Les résultats de ces études font donc écho à ceux d'autres études qui s'accordent sur le fait que l'entrainement HIIT procure des bénéfices équivalents, voir même supérieurs sur certains aspects, à ceux de l'entrainement CONT, mais pour un temps de pratique deux fois moindre (Boukabous *et al.*, 2019; Hwang, C. L. *et al.*, 2019; Youssef *et al.*, 2022).

Finalement, et en lien avec les différentes améliorations qu'entrainent les entrainements en résistance ou puissance et les entrainements aérobies (HIIT ou CONT) sur la fonction musculaire et les CF, des études se sont intéressées à une nouvelle modalité, mélangeant les entrainements en résistance/puissance et les entrainements aérobies implémentant, et que l'on appelle les entrainements mixtes. Ces études, qui utilisent des exercices mixtes (3 séances de 60 min/session durant 24semaines d'entrainement en résistance et aérobie), montrent une amélioration de diverses mesures de la CF, telles que la vitesse de marche (+9%) et l'équilibre (+7%) chez les aînés (Messier *et al.*, 2004; Miszko *et al.*, 2003; Seynnes *et al.*, 2004). De plus, une autre étude a observé que cette modalité d'AP entraine des différences au niveau de la capacité aérobie obtenue via le test de six minutes de marche (+9 mL/kg/min) après 9 semaines d'entrainement à raison de 3 séances de 60 min/semaine (Toraman *et al.*, 2004). Il a aussi été montré que cette modalité de programme d'AP

(9 semaines à raison de 3 séances de 45 – 60 min/semaine) entrainait de meilleurs changements dans le score de la " *Short Physical Performance Battery* " (SPPB; +1 point de plus ce qui est cliniquement significatif) auprès de personnes de 60 ans et plus (Nelson *et al.*, 2004; Pahor *et al.*, 2006).

En conclusion, ces études mettent en évidence l'importance de la pratique d'AP pour contrer les effets du vieillissement et du même fait contrer la perte de capacité fonctionnelle et l'altération de la fonction musculaire (Izquierdo, Merchant*, et al.*, 2021). De plus, la mise en évidence des différentes modalités permettant de contrer la perte de fonction musculaire peuvent être multiples et laissent émerger de nombreuses recommandations pouvant être proposées pour optimiser l'utilisation de l'AP à la fois comme agent thérapeutique, mais également comme médecine préventive (Izquierdo, Duque*, et al.*, 2021).

1.3.3.3. Activité physique à distance

Les effets positifs de la pratique d'AP pour lutter contre les effets délétères du vieillissement ne sont plus à démontrer. En revanche, les études présentées ci-haut, sont réalisées en laboratoire et sous la supervision directe et constante de professionnels. Ces études, bien que pertinente scientifiquement et amenant une avancée certaine de l'état des connaissances, ne permettent pas de savoir si les bienfaits de l'AP sont reproductibles lorsque sa supervision est faite de manière indirecte (par enregistrement par exemple) ou à distance et sans équipements de hautes pointes /optimaux, comme cela pourrait être le cas lors d'événements impromptus (isolement, intempéries, pandémie, etc.). Ainsi, il apparait intéressant et judicieux de regarder les effets que pourraient avoir des entrainements ou la pratique d'AP effectuée à distance ou de manière indirecte.

Premièrement, les AP effectués à distance permettraient d'atteindre et de proposer à de nombreuses personnes résidantes dans des endroits plus reculés ou touchés par des mesures de restrictions [i.e., conditions météorologiques, COVID-19 (Hernani et Hernani, 2020)]. De plus, l'anxiété liée au corps peut s'avérer puissante chez les aînés et les dissuader de pratiquer de l'AP en présentiel en raison de l'embarras lié aux caractéristiques physiques et/ou aux capacités (Troutman-Jordan *et al.*, 2021). Également, les personnes en surpoids (Beltrán-Carrillo *et al.*, 2022), avec un handicap (Nikolajsen *et al.*, 2021) ou socialement défavorisées (Nau *et al.*, 2019) peuvent ressentir des

sentiments de honte et d'anxiété liés à la perte de dignité et aux comparaisons sociales négatives les éloignant de la pratique d'AP conventionnelle. Finalement, la littérature a rapporté que les AP à distance peuvent permettre d'augmenter le sentiment de sécurité psychologique et sociale en réduisant l'exposition corporelle (Cronshaw, 2022), mais aussi de réduire les distractions et la compétitivité (Haynes, A. *et al.*, 2022).

La croyance populaire veut que les aînés n'utilisent pas internet ou les produits connectés par manque d'intérêt, manque d'adaptation ou même à cause d'une certaine technophobie venant de la perception d'un manque de compétences nécessaires à l'utilisation de ces technologies (Houssein *et al.*, 2015). Néanmoins, des études menées au Canada et mesurant les différences d'utilisation d'internet au sein de la population ont révélé que la différence d'utilisation entre les aînés et les personnes plus jeunes a diminué au fil du temps et que 68,2 % des aînés utilisaient internet en 2016 contre 32,2 % en 2007 (Veenhof, 2009). Également, plus de 60 % des personnes âgées vivant dans la communauté au Canada ont des appareils numériques (c.-à-d. une tablette, un ordinateur ou un téléphone intelligent) et 70 % se connectent quotidiennement à internet (Brittne, 2020).

Dans ce contexte, les gérontechnologies (technologies adaptées aux aînés) représentent une approche innovante pour fournir des services d'AP à distance. En premier lieu, le terme « gérontechnologie » est défini par le dictionnaire Larousse comme étant la réunion des mots « gérontologie » et « technologie » et désigne un ensemble de technologie innovante conçue dans le but d'améliorer la vie des aînés et de leur entourage. Cette approche multidisciplinaire comprenant la recherche, la conception, la production et la commercialisation a été mise en avant de par les contributions significatives au service social et à la science de la vieillesse qu'elle apportait (Graafmans et Brouwers, 1989). Les gérontechnologies grâce à leurs champs très larges offrent une perspective analytique sur la versatilité du vieillissement (Fukuda, 2011) et englobent nombreuses technologies telles que la télésanté (consultation de santé à distance), les « exergames » (exercice par le biais de jeux vidéo), les entrainements en direct via des logiciels de visioconférence (Skype, Zoom, Teams, etc.) ou les entrainements préenregistrés via plateforme web. Une étude s'est également penchée sur l'utilisation et les effets de ces différentes modalités sur la santé physique et mentale des aînés et a démontré que les gérontechnologies sont des stratégies appropriées pour prévenir le déclin physique et mental de cette population (Piau *et al.*, 2014).

En ce sens, l'utilisation de la télésanté (consultation de personnels de santé à distance) a, elle, permis de fournir des services de santé à distance efficace pour les aînés et d'améliorer les facteurs de risques cardiovasculaires (Rawstorn *et al.*, 2016), l'apparition et le traitement de différents types de cancer (Keikha *et al.*, 2022), de réduire les affections liées aux maladies cardiopulmonaires (Hwang, R. *et al.*, 2015), ainsi que d'atténuer les troubles d'équilibre et les déclins de CF (Gaspar et Lapão, 2021), mais aussi de lutter contre les déclins cognitifs [Alzeihmer, MCI, etc. ; (Dequanter *et al.*, 2021)]. De plus, une revue systématique a montré l'efficacité des interventions de télésanté par rapport aux interventions supervisées en laboratoire ou à l'absence d'intervention chez les aînés de 55 ans et plus et suggère que les interventions de télésanté peuvent aussi promouvoir efficacement la pratique d'AP (Zubala *et al.*, 2017).

Les « exergames » (jeux d'entrainements utilisant des consoles vidéo, technologies de rééducation interactives, tablette ou smartphone) comme intervention en AP contribuent à améliorer les capacités physiques des aînés. Plusieurs études ont montré que l'utilisation d'exergame durant 12 semaines à raison de 3 séances/semaines de 60 – 120 min/séance améliore l'équilibre (+4.3%), la fonction cognitive exécutive (+14%), l'endurance musculaire (+27%) contribuant ainsi à réduire le risque de chute (Peng, H. T. *et al.*, 2020; Sato *et al.*, 2015; Stanmore *et al.*, 2019). D'autres études ont également mis en évidence que les exergames pouvaient avoir des effets bénéfiques sur les capacités fonctionnelles et la force musculaires chez les ainés fragiles et que les améliorations des capacités fonctionnelles étaient plus importantes comparativement au groupe entrainé dans la communauté (Lauzé *et al.*, 2018; Martel *et al.*, 2018). En plus d'être utilisées afin de lutter contre les déclins physiques des aînés, les différentes modalités ou technologies d'exergames peuvent également lutter contre l'isolement social et la solitude (Barbosa Neves *et al.*, 2019). Cependant, l'utilisation des exergames nécessite la mise en place de matériels spécifiques directement au domicile des personnes ou dans des endroits attitrés pouvant rendre cette approche inadaptée dépendamment du contexte extérieur dans lequel elle pourrait être utilisée (longue distance, isolement, confinement, etc.). Une autre approche prometteuse pour promouvoir la pratique d'AP est l'utilisation de vidéos enregistrées placées sur une plateforme internet. En effet, il a été démontré qu'une intervention d'AP enregistrée sur le Web de 10 semaines conduit à une observance élevée chez les femmes âgées obèses et pourrait être utilisée comme alternative à l'exercice supervisé pour induire une perte de poids (Hardcastle et Taylor, 2001). Une autre étude a rapporté, quant à elle, qu'une intervention d'AP enregistrée sur le Web de 9 mois avait un taux

d'acceptation élevé et similaire chez les personnes âgées par rapport à une intervention d'AP en personne en laboratoire, mais que celle-ci permettait une diminution de masse grasse plus importante [-1.5% ; (Ballin *et al.*, 2020)]. De plus, une autre intervention du même type a permis d'améliorer les niveaux de mobilité, d'équilibre fonctionnel et de force musculaire chez des personnes âgées inactives (Wijsman *et al.*, 2013). Ces études montrent que les entrainements enregistrés et effectués à distance permettent des améliorations sur la santé physique des aînés.

Malheureusement, cette modalité d'entrainement à distance démontre certaines faiblesses, car elle ne permet généralement pas de personnalisation, d'adaptations, de corrections et de motivation en temps réel de la part des instructeurs, ce qui est pourtant reconnu comme ayant un fort impact sur les performances physiques, la motivation, l'adhésion et l'engagement dans d'intervention en AP chez les aînés (Ratamess *et al.*, 2008). De plus, la personnalisation et l'adaptation selon les préférences et besoins des aînés ont été démontrées comme variant selon le sexe, l'âge, l'IMC, le milieu social ou encore le milieu de vie (Short *et al.*, 2014). Une autre méta-analyse s'intéressant à l'effet et l'importance de l'adaptation des entrainements en AP a également démontré que le « tailoring » en anglais, ou encore « l'adaptation des entrainements en fonction du participant » en français, était un paramètre important pour maximiser la rétention dans les études d'intervention visant l'intégration de la pratique d'AP (Noar *et al.*, 2007).

Il apparait donc pertinent de se tourner vers les modalités d'entrainement à distance permettant un rapport interactif et direct (synchrone) avec les instructeurs ou les autres participants. De plus, la modalité interactive, permet d'entrainer les personnes en groupe, en plus de la supervision directe d'un instructeur, ce qui est un aspect important et reconnu comme influençant le sentiment d'auto-efficacité qui lui-même est un prédicteur de la motivation et de l'adhérence chez les aînés (McAuley *et al.*, 2000). En ce sens, il a été rapporté que les interventions utilisant la télésanté se sont révélées efficaces pour aider les patients atteints de maladies chroniques comme la maladie pulmonaire chronique obstructive (Galiano-Castillo *et al.*, 2016; Tsai *et al.*, 2017), le cancer du sein (Tsai *et al.*, 2017) ou en convalescence après des troubles musculo-squelettiques (Kane *et al.*, 2020). Une autre étude menée auprès d'aînés atteints d'un niveau léger de la maladie d'Alzheimer a démontré que 8 semaines (à raison de 5 séances/semaine de 30 min/séances) d'exercices synchrones (Live-Wii-Fit©) à domicile et supervisés par un professionnel de santé permettaient d'améliorer l'équilibre (+12%) et de réduire la peur de chuter (-28%) des participants (Padala *et*

al., 2017). De plus, il a été démontré que 12 semaines d'exercices en résistance (à raison de 3 séances/semaine de 40 min/séances) réalisés via des vidéoconférences (Skype^{TM}) chez les aînés vivant dans la communauté ont des effets positifs sur la sarcopénie via l'amélioration de la masse musculaire totale (+4.3%) et des membres inférieurs [+5.7% ; (Hong *et al.*, 2017)].

Cependant, malgré les nombreuses études et les résultats prometteurs de l'utilisation des différentes modalités présentées ci-dessus, la littérature reste éparse que ce soit concernant les comparaisons de ces modalités les unes aux autres ou l'utilisation de tests physiques objectifs recueillis à distance et d'autant plus dans un contexte d'isolement ou de quarantaine comme cela a pu être le cas durant la pandémie de COVID-19.

En conclusion, la littérature scientifique montre que les entrainements d'AP en laboratoire et à distance peuvent tous deux être efficaces pour améliorer la condition physique et la santé des ainés. Cependant, il est important de noter que l'ensemble des études citées n'ont étudié que les effets à court terme, soit tout de suite après la période d'intervention et la question importante qui vient à l'esprit suite à ce constat est la suivante: Qu'arrive-t-il à moyens et longs termes lorsque l'on arrête de s'entrainer ?

1.4. Déconditionnement volontaire et involontaire

1.4.1. Déconditionnement volontaire: le désentrainement

L'effet du désentraînement est également un facteur connu pour avoir un impact sur le vieillissement, la fonction musculaire ainsi que les capacités fonctionnelles et est un facteur à prendre en compte lorsqu'on parle d'effets à moyen terme de l'AP.

1.4.1.1. Définition

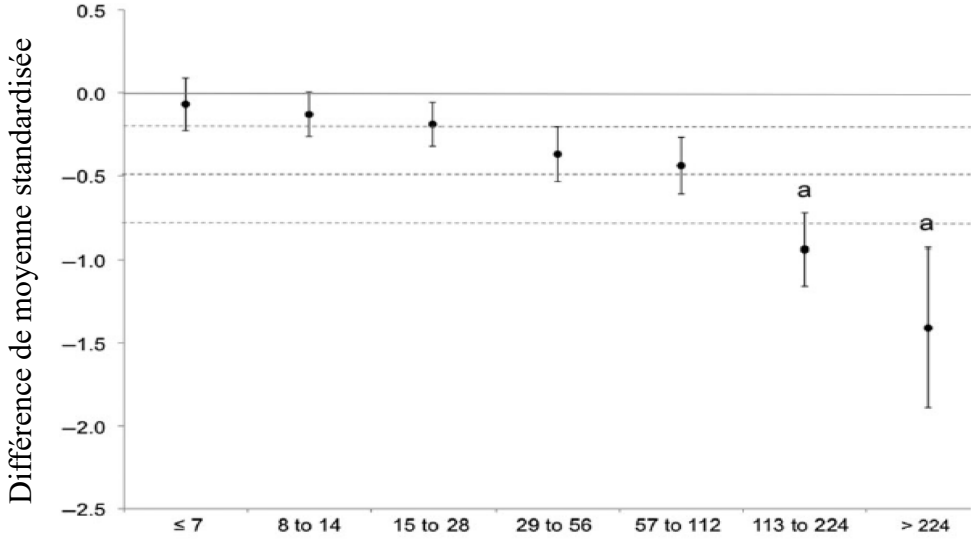
Le désentrainement a été récemment défini comme la perte partielle ou complète des adaptations anatomiques, physiologiques et de performances induites par l'entrainement, comme conséquence de la réduction ou de l'arrêt de l'entrainement (Mujika et Padilla, 2000). Le désentrainement est généralement associé à l'inactivité et/ou la sédentarité engendrée par une blessure ou une maladie. Il a pour conséquence d'accélérer la perte de capacités de la personne et plus spécifiquement au niveau cardiorespiratoire, métabolique et musculaire. Malheureusement, rappelons que les personnes âgées sont inactives ou le deviennent pour diverses raisons (ex : maladie, etc..). Ainsi, il

paraît intéressant de savoir si les effets produits par un entrainement structuré et supervisé durant une courte période ou de bonnes habitudes de vie via la pratique d'AP volontaire, ceux effectués de manière libre et non standardisés dans la communauté, permettent de maintenir sur le moyen/long terme les gains physiques ou si ces adaptations physiologiques ne sont que provisoires dans le temps. En ce sens, cette partie va s'intéresser dans un premier temps à l'impact de l'arrêt d'un programme d'entrainement supervisé en laboratoire sur le vieillissement et d'autre part à l'arrêt d'entrainements pratiqués de façon volontaire dans la communauté.

1.4.1.1.1. Effets du désentrainement suite à une AP standardisée et supervisée en laboratoire.

Tout d'abord, une méta-analyse visant à évaluer l'arrêt de l'entrainement structuré et supervisé en résistance chez diverses populations (âge et sexe) a rapporté que la force musculaire diminue chez tous suite à un désentrainement. Malheureusement, cette diminution s'avère être plus importante chez les personnes âgées de plus de 65 ans, chez celles inactives avant le début du protocole d'entrainement et que la proportion de cette diminution varie en fonction du type d'entrainement (polymétrie, force maximale, électrostimulation ou vibration) ou de la durée de la cessation de l'entrainement [diminution après 8 semaines d'arrêt pour la force maximale et après 16 semaines pour la force et la puissance maximale ; Figure 1.7 ; (Bosquet *et al.*, 2013)]. Ainsi, au regard de cette méta-analyse, nous pouvons émettre l'hypothèse que les personnes âgées qui étaient majoritairement sédentaires et inactives auront, indépendamment de l'entrainement en résistance, des conséquences négatives importantes sur leur force et leur puissance musculaire suite à l'arrêt d'une intervention en résistance standardisée (Bosquet *et al.*, 2013).

Figure 1.7: Diminution de la force musculaire en fonction de la durée d'arrêt d'un programme d'entrainement en activité physique (Bosquet, Berryman et al. 2013).



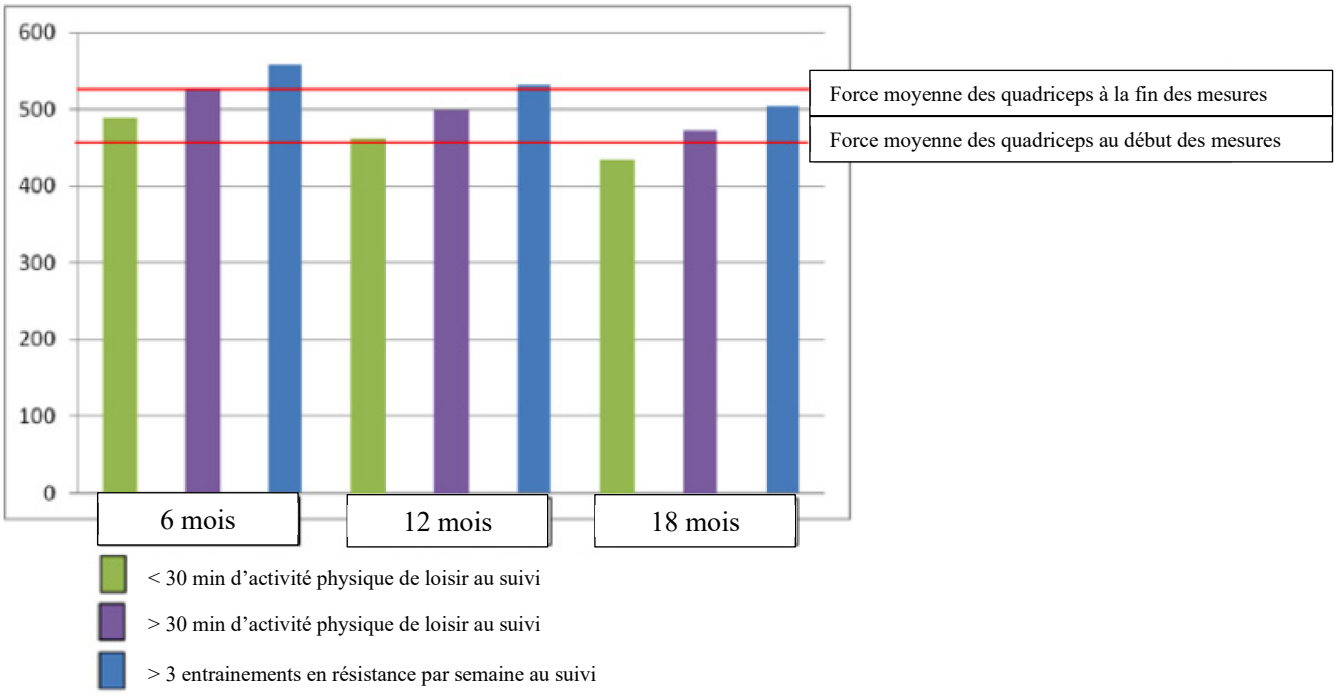
D'autres auteurs se sont penchés sur l'étude du désentrainement après une courte période (6 semaines). Il a d'abord été montré qu'un désentrainement même court, suite à un programme d'AP en résistance qui avait induit un gain significatif des capacités musculaires (+25%), engendrait un déclin entre 60 et 87% au niveau de la force musculaire des membres inférieurs comparativement aux valeurs post-entrainements chez des personnes âgées entre 80 à 88 ans (Kalapotharakos *et al.*, 2010). Une autre étude s'est-elle intéressée à l'impact du désentrainement à moyen terme (3 mois) sur la qualité de vie chez des personnes âgées (75 ans) et a montré qu'après 3 mois, les participants se sentaient plus faible (18% de chute chez les participants) que suite à l'intervention et que tous les critères de qualité de vie évalués via le questionnaire SF-36 étaient affectés (Esain *et al.*, 2017). Une autre étude a, quant à elle, évalué les effets à moyen terme (suivi 1 an plus tard) suite à plusieurs modalités d'intervention en AP chez des participants âgés de 60 à 83 ans. Les participants ont été divisés aléatoirement dans 3 groupes soit : le groupe contrôle, le groupe avec des entrainements encadrés par un coach dans une salle de sport, ou le groupe avec le même programme d'entrainement, mais à faire à la maison. Les deux modalités d'entrainement ont permis d'obtenir des gains supérieurs au niveau cardiovasculaire, de la force musculaire et des CF par rapport au groupe contrôle. Par contre, un 1 an après la fin de l'intervention comparativement à leur niveau post-intervention les auteurs ont observé un déclin de la capacité cardio-respiratoire (diminution

de la VO_2peak qui est la plus haute valeur de consommation d'oxygène obtenue à la fin du test ; -5%), du couple de force maximal (-6%) et des performances aux tests fonctionnels [lever de chaise (-9%), Saut vertical (-3%), flexion de bras (-10%)] pour le groupe supervisé alors que le groupe à domicile a lui maintenu ses bénéfices de CF entre le post test et le suivi (Opdenacker *et al.*, 2011).

Ainsi, ces études mettent en lumière qu'en plus des aspects physiques, la qualité de vie est aussi affectée par l'arrêt de la pratique d'AP. Pourtant, en prenant en compte que notre population cible sont les personnes âgées et qu'elle a des atteintes de la fonction musculaire et fonctionnelle liées au vieillissement, il serait pertinent de comparer les résultats post-désentrainement (suivi) à ceux avant l'intervention (pré-entrainement) pour évaluer si la pratique d'AP protège à moyen/long terme des effets du vieillissement normal (sarcopénie, dynapénie, diminution capacité aérobie et des CF). En ce sens, l'étude de Coetsee et al. (2015), a investigué les effets d'une période de désentrainement moyenne (16 semaines de désentrainement) suite à un entrainement en résistance de 16 semaines chez les personnes âgées inactives de 55 ans à 75 ans. Cette étude a montré que même s'il y a eu une diminution de la force musculaire des membres inférieurs au suivi (-7%), leur niveau de force musculaire était plus élevé que les valeurs obtenues au pré-test (123 ± 56kg vs 70 ± 39kg). Cependant, la mobilité fonctionnelle, évaluée via le Timed-Up and Go, est revenue aux valeurs pré-entrainement après 16 semaines de désentrainement, malgré le maintien de la force des jambes (Coetsee, Carla et Terblanche, 2015). Ainsi, mobilité et force musculaire ne semblent pas décliner de la même façon laissant suggérer que des mécanismes physiologiques différents sont activés. Une autre étude, menée par Geirsdottir et al. (2015), a, elle, fait un suivi sur une période de désentrainement beaucoup plus longue (18 mois) en effectuant des tests tous les 6 mois à la suite d'un programme d'entrainement en résistance de 12 semaines chez des personnes âgées de 65 ans et plus en santé et inactifs. Cette étude a montré dans un premier temps que 80% des participants sont restés physiquement actifs (c.-à-d. pratiquant plus de 150 min d'AP par semaine) suite à l'intervention et que 42% des participants ont inclus des exercices en résistance non supervisés dans leurs pratiques en AP. Cependant, malgré le maintien de leur niveau d'AP, la force des quadriceps a diminué (-5%) au cours du suivi pour revenir à un niveau équivalent à celui pré-intervention. Cependant, les performances fonctionnelles comme au test du TUG n'ont pas changé pendant le suivi et étaient toujours meilleures que pré-intervention. Selon le modèle statistique utilisé, une personne en bonne santé et inactive (ne pratiquant pas 30 minutes/jour AP de loisir ni d'exercice de résistance dans cette étude) subit après 11 mois de désentrainement une baisse de

force musculaire amenant la personne à des niveaux de force plus faible que leur niveau pré-entrainement. Mais une personne qui pratiquait au moins 30 minutes d'AP de loisir par jour et qui fait suit de l'exercice de résistance au moins 3 fois par semaine à elle subit les mêmes effets, mais après 27 mois [Figure 1.8 ; (Geirsdottir *et al.*, 2015)].

Figure 1.8: Illustration d'un modèle linéaire pour la prédiction de la force des quadriceps au suivi (Geirsdottir, Arnarson et al. 2015).



Finalement, une méta-analyse récente menée par Grgic (2022) sur les effets du désentrainement à la suite d'un entrainement en résistance chez les personnes âgées a montré que, même si l'entrainement en résistance augmentait la taille des muscles, l'arrêt de l'entrainement était associé à une diminution de la taille des muscles corroborée par une diminution de la synthèse protéique et de la prolifération des cellules satellites. Cette méta-analyse conclut également que la diminution de la taille des muscles est liée à la durée du désentrainement et qu'une perte musculaire plus importante se produit pendant des périodes de désentrainement de plus longue durée (supérieur à 90 jours) (Grgic, 2022).

Néanmoins, même si ces études ont évalué l'effet de l'AP sur la santé physique avec l'âge, elles, présentent une limite qu'il serait important de valider puisqu'elles ont utilisé des suivis prévus, ce qui a pu engendrer un biais positif dans le maintien des habitudes de vie.

1.4.1.1.2. Effets du désentrainement suite à de l'AP volontaire dans la communauté.

Au niveau de l'impact de l'arrêt de la pratique volontaire d'AP dans la communauté, l'étude menée par Henderson et al. (2018), qui a fait un suivi prévu de 2 ans (désentrainement long) auprès de 1635 personnes âgées fragiles et sédentaires (70–85 ans) a montré qu'environ 10% des participants ont conservé ou amélioré leurs CF à la suite de la période de désentrainement et que ces participants étaient ceux qui n'avait pas arrêté de s'entrainer. Ainsi, les habitudes de vie sont à prendre en compte pour maintenir des capacités musculaires et fonctionnelles. Hars et al. (2014), ont quant à eux observé que 3 ans après la fin d'une intervention d'AP de 6 mois à raison de 1 séance/semaine (60 min/séance) auprès de personnes âgées de 75 ans en moyenne, environ la moitié des participants étaient restés actifs et avaient un meilleur état fonctionnel que ceux qui ne l'avaient pas fait.

Une étude prospective utilisant des données auto-rapportées chez des aînés (50 – 70ans) a examiné la participation à l'AP durant les loisirs tout au long de leurs vies. Cette étude a révélé que les adultes qui sont devenus physiquement actifs plus tard dans la vie avaient des taux de mortalité similaires à ceux qui s'étaient entrainés de manière régulière tout au long de leur vie et que la plupart des avantages de l'activité pratiquée plus tôt dans la vie (adolescence ou début de l'âge adulte) étaient perdus si le niveau de pratique d'AP n'était pas maintenu. D'autre part, l'augmentation ou le maintien du niveau de participant à l'AP durant les loisirs était également associé à une diminution de 40% du taux de mortalité lié aux maladies cardio-vasculaires et d'environ 15% lié aux cancers par rapport aux personnes systématiquement inactives ou devenues inactives (Saint-Maurice *et al.*, 2019).

Cependant, à notre connaissance, aucune étude ne s'est penchée sur l'impact d'une période de désentrainement (>1 an) sur les facteurs musculaires et fonctionnels suite à une situation de déconditionnement involontaire comme la pandémie de la COVID-19.

1.4.2. Déconditionnement involontaire : Impact de la pandémie de la COVID-19 sur les ainés.

1.4.2.1. Pandémie COVID-19 : Mise en contexte.

La fin de l'année 2019 a été marquée par l'apparition dans la ville de Wuhan, province du Hubei en Chine, d'un nouveau virus occasionnant plusieurs cas de pneumonies atypiques. L'OMS, portant une attention particulière à ce nouveau virus, a dénommé ce virus SRAS-CoV-2 puisqu'il s'agit d'un deuxième type de coronavirus pouvant causer un « syndrome respiratoire aigu sévère » (SRAS). Par la suite, en corrélation avec l'augmentation grandissante de cas dans le monde et en accord avec la dénomination des maladies infectieuses de l'OMS, la maladie associée à ce virus a été désignée comme la « maladie à coronavirus 2019 » ou COVID-19. Cette maladie est principalement une maladie respiratoire, mais peut toutefois se présenter comme une maladie inflammatoire et occasionner des thromboses, atteintes neurologiques, digestives, cardiaques, hépatiques, oculaires et cutanées (Bonny *et al.*, 2020). L'étendue des manifestations cliniques de la COVID-19 va de l'absence de symptômes à des symptômes légers, modérés ou graves et au décès. 70% des personnes affectées vont développer une toux, de la fièvre, ou une dyspnée après une incubation de cinq jours environ (Guan *et al.*, 2020). Huit à dix jours après les premiers symptômes, cette invasion virale peut être suivie d'une réaction immunitaire inadaptée marquée par l'aggravation de la symptomatologie respiratoire, et du syndrome inflammatoire (Huang *et al.*, 2020).

1.4.2.2. Pandémie de COVID-19.

Consécutivement à la contamination grandissante et incontrôlable du virus SRAS-CoV-2 dans plusieurs pays, l'OMS a levé le niveau d'alerte et a qualifié officiellement la situation mondiale de pandémie en date du 11 mars 2020 (le terme « pandémie » étant défini comme une série d'épidémies locales distinctes dans différentes phases de propagation) (Ma *et al.*, 2021b). À l'échelle du Québec, le gouvernement a déclaré l'état d'urgence sanitaire et a fermé ses frontières ainsi que tous les services non essentiels afin de contrer la propagation fulgurante du virus le 13 mars 2020. À partir de cette date, toute la population active, à l'exception des travailleurs essentiels, a été confinée dans leur hébergement, de nombreuses entreprises ont été fermées, l'enseignement est désormais effectué en ligne et les rassemblements sont interdits. En faisant abstraction des

différences de capacité des pays à adapter leur système de santé à l'épidémie de COVID-19, les gouvernements du monde entier ont pris un large éventail de mesures de contrôle social allant de la fermeture d'écoles, du maintien des populations isolées à la maison, etc. (Legido-Quigley *et al.*, 2020). Cependant, l'un des moyens utilisés pour faire ces comparaisons est le « Oxford Stringency Index » qui est une mesure de suivi incluant de multiples facteurs sociaux tels que les interdictions de rassemblements publics, d'aller travailler ou de déplacement, les fermetures d'écoles, les annulations d'événements publics, les exigences de confinement à la maison, restrictions de déplacements internes ou encore de contrôles des voyages internationaux (Ma *et al.*, 2021a). Au regard de cet indice, au Canada et plus spécifiquement au Québec, les restrictions sociétales qui, font référence aux mesures de santé publique non pharmacologiques imposées par le gouvernement pour limiter la propagation virale, ont été parmi les plus fortes et rapides des pays du monde. Au cours de ses périodes de confinement, le Canada a enregistré la deuxième plus longue durée de fermeture des écoles (primaires et secondaires), établissant le compte total à 51 semaines derrière les États-Unis (66 semaines) et loin devant la Suisse [le plus bas avec un total de 6 semaines ; (Razak *et al.*, 2022)]. Ainsi, le Canada avait l'une des politiques de santé publique les plus strictes en matière d'annulations d'événements publics, de restrictions sur les déplacements internes, et de rassemblements publics, de fermetures de lieux de travail. Également, et à l'instar de la force des mesures précédentes, le Canada faisait aussi partie des pays les plus stricts concernant les limitations des voyages nationaux et internationaux. Finalement, lors de la deuxième vague de contamination du virus (septembre 2020 à décembre 2020), le Canada est demeuré le seul pays du G10 à garder un niveau de restriction modéré à sévère (Razak *et al.*, 2022). Le Canada étant une fédération, l'introduction de la plupart des restrictions politiques a donc été faite par les responsables provinciaux et territoriaux de santé rendant les politiques provinciales très divergentes (Hale *et al.*, 2021). En rétrécissant le spectre à l'échelle provinciale, le Québec a été la première province à déclarer une urgence sanitaire le 14 mars 2020, faisant d'elle la première juridiction à entrer en confinement en Amérique du Nord et celle avec la réponse la plus réactive et restrictive par rapport aux autres provinces. Durant la première vague, le Québec avait des taux de mortalité parmi les plus élevés au monde avec 721 décès par million comparativement aux États-Unis (680) ou encore le Canada (263). Le Québec est aussi un des seuls états (province) au monde à avoir instauré de nouveaux un couvre-feu de janvier 2021 à fin février 2021 (Hale *et al.*, 2021) renforçant

et affirmant ainsi une nouvelle fois le caractère restrictif et protecteur de sa politique de santé publique en réponse à la pandémie.

1.4.2.3. Impact de la COVID-19 sur les habitudes de vie.

Les politiques de santé publique mondiales mises en place en réaction à la pandémie de COVID-19 (multiples confinements, fermeture des espaces publics et privés, etc.) ont entrainé une modification et adaptation des habitudes de vie des populations et de leur vie quotidienne (Hall *et al.*, 2021).

Au regard de la pratique d'AP, la pandémie de COVID-19 a grandement limité les possibilités de pratiquer du fait de la fermeture de nombreuses infrastructures dédiées à l'AP [centre de réadaptation, programmes scolaires d'éducation physique, centre d'entrainement et parcs publics, etc. ; (OMS, 2020)] amenant les populations à adopter un mode de vie plus sédentaire et inactif (Meyer, J., Herring, M.*, et al.*, 2020). Par exemple, durant la première vague de la pandémie, le temps de pratique des activités sédentaires est passé de cinq à huit heures par jour amenant au fait qu'une grande partie des personnes auparavant sédentaires (40%) sont devenues encore plus sédentaires (Chambonniere *et al.*, 2021b). Ces mêmes individus, devenus plus sédentaires, ont déclaré avoir une moins bonne santé mentale par rapport à ceux qui pratiquaient davantage d'AP durant la pandémie (Carriedo, A. *et al.*, 2020; Lesser et Nienhuis, 2020). Or, les comportements sédentaires et le manque d'AP sont fortement reconnus pour être préjudiciables à la santé physique et à l'indépendance fonctionnelle des personnes âgées (Cunningham *et al.*, 2020), et en particulier pendant la pandémie de COVID-19 (Aubertin-Leheudre et Rolland, 2020). Plusieurs études, effectuées dans différents pays européens, asiatiques et américains, ont rapporté une diminution de la pratique d'AP pendant le COVID-19 allant de -47min à -65min/semaine (Cheval *et al.*, 2021; Rhodes *et al.*, 2020; Smith *et al.*, 2020; Yamada *et al.*, 2020). Plus spécifiquement, une étude menée chez des personnes âgées a mis en évidence qu'une augmentation du temps passif passé devant les écrans était directement imputable aux restrictions mises en place par les gouvernements en réponse à la pandémie. Certains pays d'Asie, d'Europe et d'Afrique ont recensé une augmentation du temps assis allant de 5 à 8 h/jour, une diminution de 33,5 % du nombre de minutes/jour d'AP

et une diminution de 42.7% des METs/jour (Ammar *et al.*, 2020). Une autre étude a elle aussi observé qu'une réduction du nombre de pas allant de 7 % à 38 % et de 14% pour le Canada entre le 15 et 22 mars 2020 (FitBit, 2020). Une étude américaine réalisée auprès de plus de 3000 personnes a révélé une baisse cliniquement significative des niveaux d'AP chez les participants actifs pendant la COVID-19 et que les AP à haute intensité ont été particulièrement compromises (Meyer, Jacob *et al.*, 2020). Au niveau du temps passif passé devant un écran, de plus en plus de preuves démontrent une augmentation de ce comportement à la suite des mesures de distanciation physique mises en place pendant la pandémie de COVID-19 et témoignent d'une augmentation de 40 à 60% des connexions internet [journaux en ligne, vidéo, application de communication, jeux et autres ; (Koeze et Popper, 2020)]. Une autre étude montre aussi une très nette augmentation de ce temps d'écran chez les personnes âgées actives avant la pandémie (+32.3% en moyenne), mais cette augmentation semble plus légère (+2.3%) chez les personnes qui étaient déjà inactives avant la pandémie (Meyer, J., McDowell, C*., et al.*, 2020). À partir des données de téléphone cellulaire, une autre étude a elle aussi noté une baisse du nombre de pas, de leurs fréquences cardiaques concomitantes et une augmentation du temps des activités sédentaires (Sun *et al.*, 2020), avec une augmentation plus marquée du temps sédentaire chez les hommes que chez les femmes (+35% *vs.* +25%). Ce constat sur la forte baisse de la pratique de l'AP vigoureuse (-16%) et du temps de marche (-58%) pendant le confinement a été observé auprès de toute la population (jeunes et aînés), mais la diminution des AP vigoureuse a été plus importante chez les hommes que chez les femmes [-21% *vs.* -9% ; (Castañeda-Babarro *et al.*, 2020)].

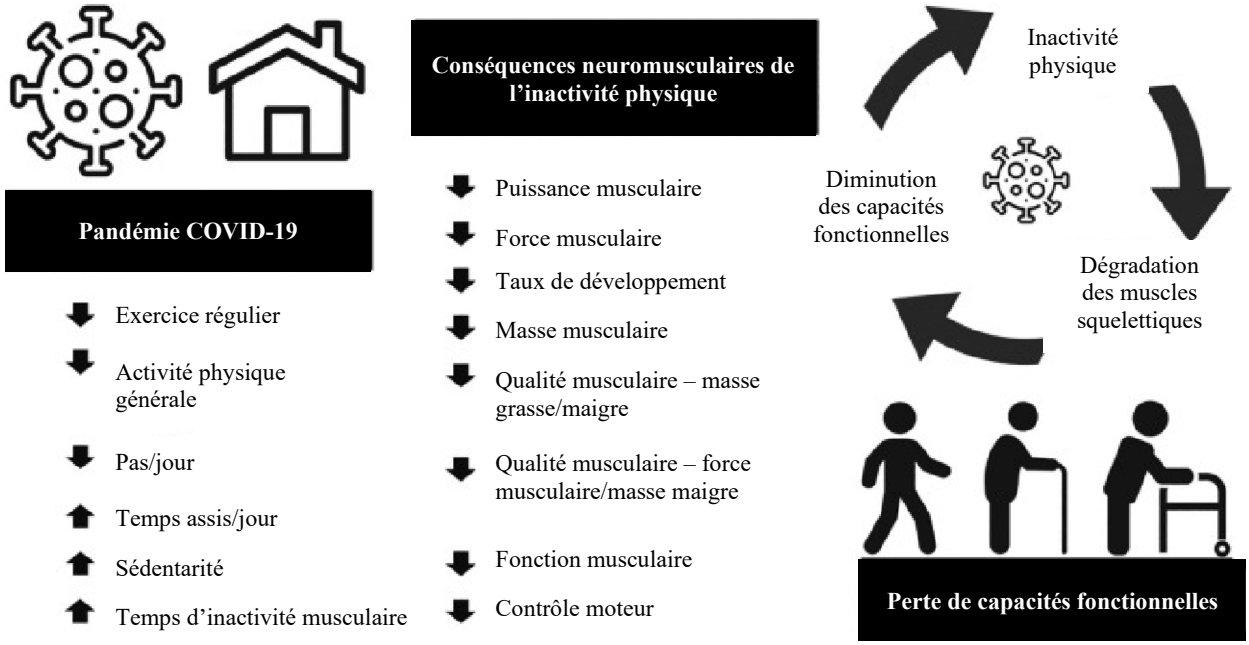
Ainsi sur la base de ces études, il apparait évident que la pandémie de COVID-19 à amener un changement drastique des habitudes de vie en forçant les populations à une sédentarisation et inactivité involontaires dues aux différentes politiques de santé publique mises en place par les gouvernements pour lutter contre la pandémie.

1.4.2.4. Impact de la COVID-19 sur les performances physiques des ainés.

Les effets de l'AP, de la sédentarité et de l'inactivité sont bien connus (Gianoudis *et al.*, 2015; Han *et al.*, 2022; Lavie *et al.*, 2019; OMS, 2022). Néanmoins, la pandémie de COVID-19, ayant

imposée une sédentarisation et une entrave à la pratique d'AP pour nos sociétés, s'est traduite par une augmentation des risques de décès et des risques de développer des maladies cardiovasculaires, de diabète, de dépression, d'anxiété, de démence, de nombreux types de cancers et d'autres problèmes de santé (Ross *et al.*, 2020). Cela suggère qu'un isolement accru et des taux plus faibles d'AP dus à la pandémie de COVID-19 ont eu un impact sur la santé des personnes âgées (Baughn *et al.*, 2022; Browne *et al.*, 2020; Carriedo, Alejandro *et al.*, 2020). Ainsi, l'isolement social à domicile imposé par la COVID-19 a favorisé la réduction de pratique de l'AP, mais aussi la non-utilisation des muscles squelettiques s (Machado *et al.*, 2020), induisant une réduction des capacités neuromusculaires critiques (Pagano *et al.*, 2018), qui sont liés à la perte de capacités intrinsèques et de CF chez les personnes âgées [Figure 1.9 ; (Byrne *et al.*, 2016)]. Pour rappel, les aînés qui réduisent leur nombre de pas quotidiens à hauteur de 1500 pas/jour durant une période de 14 jours peuvent avoir une diminution de la masse musculaire des membres inférieurs de ∼4 % chez les personnes âgées (Breen *et al.*, 2013). En ce sens, par rapport aux personnes inactives, les personnes qui respectent les recommandations de l'OMS en matière d'AP (150 minutes d'AP modérée ou 90 minutes d'AP vigoureuse par semaine) réduisent d'environ 14 % leurs risques de maladies cardiovasculaires (Arem *et al.*, 2015; Sattelmair *et al.*, 2011). Comme indiqué précédemment., l'importance du maintien des performances physiques (CF et musculaire) chez les ainés et la nécessité de faire face aux limitations fonctionnelles aussi longtemps que possible sont des défis clés en matière de soins de santé. Cependant, l'isolement sociale à domicile imposé par la COVID-19 a favorisé la réduction de pratique de l'AP, l'augmentation de la sédentarité entrainant une période de non-utilisation des muscles squelettiques (Machado *et al.*, 2020), induisant une réduction des capacités neuromusculaires critiques (Pagano *et al.*, 2018), qui sont liés à la perte de capacité intrinsèque et de capacité fonctionnelle chez les personnes âgées [Figure 1.9 ; (Byrne *et al.*, 2016)].

Figure 1.9: Schéma représentant les conséquences de la pandémie de COVID-19 et de l'inactivité physique sur déficiences neuromusculaires et fonctionnelles chez les personnes âgées (Machado et al., 2020).



Cette sédentarité provoquée par les mesures COVID-19 peut être associée de façon similaire au modèle de «crise catabolique» de la sarcopénie (English et Paddon-Jones, 2010). Ce modèle présente la sarcopénie comme n'étant pas simplement un processus graduel, mais accéléré par des périodes d'inactivité comme la pandémie COVID-19 et ayant augmenté la prévalence de l'obésité (Kumar *et al.*, 2020). Or, l'obésité est un des prédicteurs de la perte de mobilité et des CF avec l'âge (Maktouf *et al.*, 2020). Une autre étude a observé un déclin important des CF au travers de la diminution des activités instrumentales de la vie quotidienne suite à la pandémie (Machón *et al.*, 2021). Cette détérioration des CF est associée à un risque accru d'événements indésirables pouvant aller de l'hospitalisation jusqu'au décès.

Ainsi, l'ensemble de ces études démontrent l'impact direct des mesures de lutte de la COVID-19 sur le déconditionnement musculaire et la santé physique des ainés et la nécessité de mettre des stratégies en place pour contrer ses effets délétères.

1.4.2.5. Impact des entrainements à distance mis en place pendant la COVID-19.

Même si l'utilisation des gérontechnologies de type exergames semble prometteuse et induit un certain nombre d'effets positifs sur les capacités physiques des aînés, implanter celles-ci a été difficile voire impossible à utiliser durant la COVID-19, car elles nécessitent la mise en place de matériels spécifiques au domicile des personnes, ce qui était interdit durant la pandémie en raison de l'isolement, la distanciation sociale et les multiples quarantaines. Ainsi, les entrainements effectués à distance de manière asynchrone (enregistré) ou synchrone (en direct) ont été privilégiés comme piste de solution.

D'ailleurs une étude a montré, au début de la pandémie de COVID-19, une augmentation de l'engagement des individus dans les chaines de vidéos d'entrainements en ligne mises à disposition via les modalités vidéos préexistantes [YouTube, Instagram, etc. ; (Sui *et al.*, 2022)]. D'autres études ont observé que l'utilisation de cette modalité d'entrainement standardisé durant la pandémie était faisable, acceptable et amenait des effets bénéfiques sur la santé des populations ayant des problèmes de santé [Cancer, douleur chronique et déclin cognitif ; (Mace *et al.*, 2021; Morrison *et al.*, 2020)] et aussi une diminution du sentiment d'isolement et d'ennui chez les aînés (Cohen-Mansfield *et al.*, 2021). Une autre étude a démontré que l'utilisation d'entrainement de type Tai-Chi délivré de manière asynchrone durant 4 semaines chez des aînés de 65 ans et plus isolés, était faisable, sécuritaire et permettait des améliorations de la force fonctionnelle des jambes via le test d'assis debout (+15%), comparativement à un groupe contrôle (Liang *et al.*, 2022). Une autre étude, réalisée auprès de 156 ainés sains et vivant dans la communauté, a observé que les entrainements en ligne asynchrones permettaient d'augmenter le temps de pratique des AP à haute intensité (Feng *et al.*, 2019). Finalement, une autre étude menée par D'Oliveira et al. (2022), a rapporté que les entrainements en résistance effectués via l'envoi de vidéo en ligne à raison de 3 séances/semaine durant 4 semaines permettaient chez des aînés d'améliorer le score obtenu au questionnaire auto-administré « Duke Activity Status Index » qui vise à évaluer les CF (Hlatky *et al.*, 1989) et la qualité de vie au travers d'une augmentation du score obtenu au questionnaire « QUIQOL – OLD » (Power *et al.*, 2005).

Pour ce qui est des interventions effectuées de manière synchrone (en direct) durant la pandémie COVID-19, une étude pilote a montré que ce type d'intervention durant 8 semaines à raison de 1

entrainement par semaine pourrait être réalisable chez les personnes âgées vivant avec un déclin cognitif ou une douleur chronique (Mace *et al.*, 2021). Il a également été démontré dans une autre également démontrée que ce type d'intervention pourrait être sûre (aucun événement indésirable) et entrainerait de faibles taux d'abandon et une observance et une satisfaction élevées chez des personnes âgées (Schwartz *et al.*, 2021). Enfin, une autre étude a observé que chez des personnes âgées la mise en œuvre d'une intervention d'AP en direct et en groupe via « Facebook live » de 8 semaines améliorait la flexibilité des membres inférieures (+6%), la force musculaire fonctionnelle (+9%) et la capacité cardiovasculaire (+4%) par rapport à un groupe témoin (Chang *et al.*, 2021).

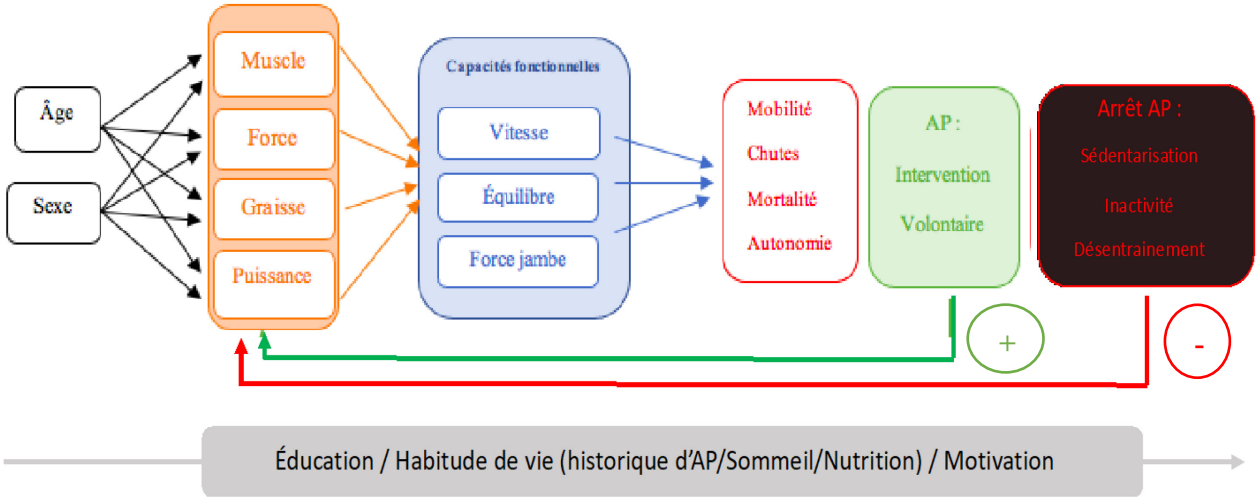
Bien que ces études récentes aient démontré le potentiel intéressant de la mise en œuvre d'interventions d'AP en ligne (enregistrées ou en direct) chez les personnes âgées, il est important de noter leurs limites, notamment en ce qui concerne la pandémie de COVID-19. Tout d'abord, malgré la différence probable de motivation induite par la présence d'un instructeur en direct par rapport aux sessions de formation en ligne enregistrées, aucune des études susmentionnées n'a comparé les effets de ces deux modalités ni leur faisabilité et leur acceptabilité chez les personnes âgées dans la même étude. Deuxièmement, à notre connaissance, aucune de ces études n'a effectué d'évaluations objectives entièrement à distance de la fonction physique avant et après l'intervention. Enfin, et surtout, aucune des études n'a fait état d'une méthodologie claire et reproductible pour adapter le contenu des sessions de formation à un environnement distant.

Cet aspect est d'une grande importance puisqu'il a été démontré qu'une approche personnalisée et adaptée, basée sur les besoins et les caractéristiques individuelles du participant, est nécessaire pour mettre en œuvre des interventions à distance chez les personnes âgées (Kim, H. *et al.*, 2018).

1.5. Bilan de la littérature.

Afin de lutter contre les effets délétères liés au vieillissement au niveau de la fonction musculaire et des CF, l'utilisation adaptée de l'AP constitue une approche écologique très efficace. Tout d'abord, l'AP permet de maintenir et de développer les fonctions musculaires et cardiovasculaires de sorte qu'elles n'empêchent plus le maintien des CF (Figure 1.10).

Figure 1.10: Schéma récapitulatif de l'influence de l'entrainement et du désentrainement sur la fonction musculaire et les capacités fonctionnelles. AP = activité physique.



Cependant, l'arrêt de la pratique d'AP entraine un effet de désentrainement qui seul ou conjoint à la sédentarité provoque un déconditionnement physique qui à son tour diminue les CF à plus ou moins long terme et dans diverses proportions. Considérant ces aspects, identifier 1) quels types de modalité d'AP doivent être mis en place à distance, 2) identifier celle qui s'avère la plus bénéfique à moyen terme pour la santé des aînés et 3) identifier celle qui permet d'induire un changement à moyen terme dans les habitudes de vie semblent des aspects importants.

Malgré les bénéfices connus de la pratique régulière AP et les messages publics, 65% des personnes âgées demeurent inactives et comme démontré précédemment les mettre en action temporairement ne les rend pas systématiquement plus actifs sur le long terme. De plus, la pandémie de COVID-19 a obligé les personnes à un isolement social et une sédentarisation des individus entrainant un état de déconditionnement subit. De nombreuses méthodes d'entrainement à distance sont disponibles pour contrer les effets de déconditionnement et permettre aux aînés de conserver une bonne santé physique et mentale en temps d'isolement et de distanciation sociale. Cependant, à notre connaissance, la modalité de mise en place de l'AP à distance qui est la plus performante à moyen/ long terme pour lutter contrer les effets du déconditionnement et intégrer de saines habitudes de vie sur le long terme et cela, même en temps de pandémie mondiale n'est pas connue.

CHAPITRE 2 – OBJECTIFS ET HYPOTHÈSES DE TRAVAIL

Dans ce chapitre nous présenterons les objectifs et hypothèses de travail auxquels répond ce projet doctoral en lien avec la littérature présentée dans le chapitre précédent.

Dans son ensemble, ce projet doctoral permettra de connaitre l'impact réel d'interventions en AP à distance sur la trajectoire de vieillissement des personnes et si ces effets perdurent dans le temps. Ainsi, les conclusions issues de ce projet doctoral permettront d'aider à affiner les prescriptions d'AP et la promotion de la pratique d'AP adaptée comme déterminant du « mieux vieillir ».

Pour ce faire, les objectifs spécifiques vont être les suivants:

1) Examiner la faisabilité, l'acceptabilité, mais aussi les effets de modalités d'AP pratiquées à distance sur les CF et performances musculaires des aînés en comparant les différences pré- et post-entrainement entre 2 modalités d'entrainement (interactif *vs.* vidéo). Cette première étude permettra d'évaluer si ce type d'intervention peut aider à contrer le déconditionnement involontaire provoqué par la mise en place des mesures sanitaires durant la pandémie de COVID-19.

2) Examiner l'acceptabilité et les effets d'interventions en AP pratiquées à distance et combinant les modalités interactives et vidéo, mais aussi comparer les différences pré- et post-entrainement entre ces 2 modalités mixtes d'entrainement (interactif-vidéo-interactif *vs.* vidéo-interactif-vidéo). Cette étude, selon ses résultats, aidera à peaufiner les recommandations en matière d'intervention en AP à distance pour contrer le déconditionnement involontaire ou volontaire.

3) Explorer si les modalités d'interventions à distance d'AP chez les personnes âgées permettent :
a) de maintenir des niveaux de motivation et des habitudes de vie en AP un an après l'intervention;
b) et par le fait même de maintenir les CF et performances musculaires chez les aînés.

Nos hypothèses pour répondre à ces objectifs spécifiques sont les suivantes:

1-A) Les interventions (interactive tout comme vidéo) seront toutes deux faisables et acceptables. Mais la modalité interactive conduira à une plus grande rétention que celle via des vidéos préenregistrées en raison des interactions. ***1-B)*** Les deux interventions conduiront à des

améliorations de la santé physique, mais celles-ci seront plus élevées dans la modalité interactive en raison des retours du kinésiologue et de l'effet du groupe.

2-A) Les deux modalités combinées (mélange des ratios interactif et vidéo) seront faisables, acceptables, mais aussi efficaces pour améliorer la santé physique des aînés. ***2-B)*** La modalité ayant le ratio le plus élevé de séances interactives conduira à de plus grandes améliorations des capacités physiques comparativement à l'intervention avec le ratio plus élevé de séances vidéo du fait des retours du kinésiologue et de l'effet groupe plus fréquents.

3) Lors d'un suivi d'un an non planifié et sans contact, les modalités d'entrainements vont permettre un maintien des habitudes de vie en AP via le maintien des niveaux de motivation auto-déterminée pour la pratique de l'AP. La modalité 100% interactive entrainera un meilleur maintien de la santé physique en raison de sa plus grande efficacité lors de la phase d'intervention de 12 semaines. En revanche, la modalité 100% vidéo aura un meilleur maintien des habitudes de vies actives en raison d'une motivation intrinsèque pour la pratique de l'AP plus importante. Néanmoins, les modalités mixtes (ratio mélangeant les modalités interactive et vidéo) entraineront un maintien moins important des capacités physiques que la modalité 100% interactive et de la motivation que la modalité proposant des séances 100% vidéo en raison de la mixité des séances (atténuation des effets auto-déterminés ou intrinsèques).

CHAPITRE 3 – MÉTHODOLOGIE

3.1 Devis et Protocole.

Ce projet doctoral comprend 2 études pilotes interventionnelles randomisées et une étude longitudinale non planifiée. Les 2 études interventionnelles visent à explorer la mise en place de 4 modalités d'entrainement à distance durant 12 semaines consécutives et d'évaluer leur faisabilité, acceptabilité et effets sur les capacités physiques et fonctionnelles, mais aussi de les comparer. La dernière étude (longitudinale) avait pour but d'évaluer l'évolution des capacités physiques, et fonctionnelles des participants des 4 interventions suite à l'arrêt (suivi à 1 an non planifié) d'un programme de 12-semaines d'AP adaptée (entrainement à distance) réalisé durant de multiples confinements et isolements sociaux liés à la pandémie de COVID-19.

Les participants inclus dans ces études ont été recrutés de façon volontaire via la banque de participants du Centre de Recherche de l'Institut Universitaire de Gériatrie de Montréal (CRIUGM) et des annonces dans la communauté (Facebook; courriel; associations, etc.).
Pour être inclus dans l'étude, les hommes et les femmes devaient répondre aux critères suivants : 1) être âgés de 60 ans et plus ; 2) avoir une technologie connectée (ordinateur, tablette ou téléphone intelligent) et pouvoir s'en servir durant 12 semaines ; 3) ne pas avoir de contre-indication à la pratique AP ; 4) parler, comprendre et lire le français ou l'anglais ; 5) être apte à consentir et collaborer et 6) être inactif (faire moins de 150 min d'AP modérée ou moins de 90 min d'AP sévère par semaine).

Lors de l'appel téléphonique visant à expliquer l'étude, à vérifier les critères d'éligibilité et à obtenir le consentement oral, les participants ont reçu les consignes ou des enseignements pour pouvoir réaliser les évaluations à distance. Les évaluations pré-entrainement, post-entrainement et de suivi à 1 an ont toutes été réalisées lors d'une séance de 1h30 à distance via l'application Zoom©. Lors de cette séance, les caractéristiques anthropométriques, la fonction musculaire, les capacités fonctionnelles ont été évaluées et les questionnaires sur leur qualité de vie et habitudes de vie ont eu été administrés. Plus spécifiquement, lors de cette évaluation, 3 tests (30s assis-debout; équilibre bipodal et unipodal; niveau d'AP) inclus aussi dans un arbre décisionnel ont permis d'obtenir un score de mobilité (entre 1 et 14) et prescrire un niveau d'intervention spécifique

(Peyrusqué *et al.*, 2021). Plus spécifiquement, cet arbre décisionnel permet d'identifier des profils de mobilité basés sur 2 composantes principales: 1) endurance musculaire avec le test assis-debout de 30sec (Rikli. R et Jones, 1999) et, 2) l'équilibre avec 2 positions en semi-tandem et côte à côte (Guralnik *et al.*, 2000). Suite à la cotation de cet arbre décisionnel pour chaque participant, celui-ci se voyait attribuer un niveau de difficulté allant de L1 (score entre 1 et 5), qui correspond au programme pour les personnes plus fragiles physiquement à L3 (score entre 11 à 14), qui correspond au programme pour les personnes plus autonomes physiquement. (arbre décisionnel complet présenté en annexe 1). Au sein de ces niveaux, les programmes d'exercices différaient soit par le mode d'exécution (p. ex., chaise debout, marche latérale), le nombre de séries (2-3) et/ou le nombre de répétitions (6 à 20). Également, pour assurer la sécurité des participants durant les entrainements interactifs, le nombre de participants à chaque niveau a été limité de 10 (L1) à 14 (L3) individus.

Suite à leur score à l'arbre décisionnel, les participants des 2 premières études ont suivi à distance une intervention soit interactive ou vidéo (étude 1) soit mixte (étude 2), via Zoom© ou un site web spécifique et sécuritaire (www.trainingrecommend.com), durant 12 semaines consécutives à raison de 3 séances de 60 minutes par semaine. Chaque séance comprenait des composantes aérobies, de résistance et de flexibilité. Néanmoins, chaque séance avait une partie plus axée sur une des 3 composantes (voir section 3.2. ci-dessous ou annexe A pour les détails complets). De plus, les séances réalisées par vidéo ou de façon interactive étaient les mêmes et les exercices changeaient toutes les 4 semaines afin de garder la même intensité durant toute l'intervention. Les évaluations pour chacune des études et chacun des temps ont été réalisées par les mêmes professionnels du laboratoire du muscle et de sa fonction. L'intervention a été supervisée et réalisée par le même kinésiologue durant les 12 semaines d'intervention. Durant ces 12 semaines d'intervention, 4 appels de suivi ont été réalisés par téléphone auprès de tous les participants afin de confirmer leur adhérence et leur sécurité durant l'intervention. Finalement après chaque séance d'AP tous les participants devaient remplir des questionnaires portant sur l'acceptabilité des séances afin d'évaluer la fatigue perçue, la fierté ressentie, leur satisfaction, la difficulté et l'intensité ressenties de la séance.

3.1.1. Étude 1: Protocole de l'étude WEBEX-1.

Les participants de cette étude interventionnelle (étude 1) ont été recrutés et inclus durant la première vague de la pandémie COVID-19 (de mars à juin 2020). L'inclusion dans une des 2 modalités a été faite par vague de temps de 2 semaines (aléatoire pour le participant (simple aveugle)) pour des raisons de faisabilité (incertitude de l'isolement lié à la pandémie COVID-19 et s'assurer d'avoir un nombre minimal de participants : n>15) et pour limiter le biais de recrutement. Ainsi après les 2 premières semaines, 38 personnes ont été incluses dans le groupe 100% en direct, c.-à-d. interactif (III; 21% d'hommes). Par la suite, les 2 semaines suivantes ont permis d'inclure 45 personnes dans le groupe 100%-enregistré c.-à-d. via des vidéo (VVV; 15% d'hommes).

Dans cette étude, VVV devait suivre 3 séances préenregistrées et individuelles via le site internet www.trainingrecommend.com alors que III devait quant à lui suivre 3 séances, en direct et en groupe, supervisées par un kinésiologue via l'application Zoom©.

Suite aux 12 semaines d'intervention, 32/38 participants de III (84%; 18% d'hommes) et 24/45 participants de VVV (53%; 16% d'hommes) ont complété l'intervention et les évaluations post-intervention.

3.1.2. Étude 2: Protocole de l'étude WEBEX-2

Les participants de cette étude interventionnelle (étude 2) ont été recrutés et inclus durant la deuxième vague de la pandémie COVID-19 (d'octobre 2020 à janvier 2021). Tout comme lors de la 1re vague (étude webex-1), l'inclusion dans une des 2 modalités a été faite par vague de temps de 2 semaines [aléatoire pour le participant (simple aveugle)] pour des raisons de faisabilité (incertitude de l'isolement lié à la pandémie COVID-19 et s'assurer d'avoir un nombre minimal de participants : n>20) et pour limiter le biais de recrutement. Ainsi après les 2 premières semaines, 22 personnes ont été incluses dans le groupe 66% en direct c.-à-d. via les séances interactif-vidéo-interactif (IVI Group; 18% d'hommes). Les 2 semaines suivantes ont permis d'inclure 24 personnes dans le groupe 66% enregistré c.-à-d. via les séances vidéo-interactif-vidéo (VIV Group; 16% d'hommes).

Dans cette étude 2, les participants des 2 groupes ont réalisé des séances supervisées par le même kinésiologue et en groupe de 12 personnes. Le groupe IVI, ont effectué les entrainements interactifs, supervisés et en groupe chaque lundi et vendredi alors que l'entrainement du mercredi était effectué seul et de manière autonome via des vidéos préenregistrées disponibles sur le site internet www.trainingrecommend.com. Les participants du groupe VIV ont quant à eux effectué les entrainements vidéo préenregistrés seuls et de manière autonome les lundi et vendredi et l'entrainement interactifs, supervisés et en groupe les mercredis.

Suite aux 12 semaines d'intervention, 19/22 participants du groupe IVI (86%; 21% d'hommes) et 17/24 participants du groupe VIV (71%; 23% d'hommes) ont complété les évaluations post-intervention.

3.1.3. Étude 3: Protocole de l'étude Suivi-WEBEX

Dans cette étude exploratoire longitudinale, pour être invité à être réévalué de manière imprévue 1 an après la fin des interventions des études WEBEX-1 et WEBEX-2, les participants devaient avoir complété ces dernières (mesures PRE- et POST-intervention). Durant ces 12 mois et suite à l'intervention, aucun contact n'a été fait avec les participants inclus dans les études précédentes. Lors de notre appel de recrutement pour le suivi, un total de 129 participants ayant complété les mesures PRE et POST-intervention étaient donc éligibles pour être recontactés afin de participer à cette étude non planifiée de suivi. Soixante d'entre eux (14 hommes et 47 femmes) ont accepté de participer aux évaluations de suivi (soit 46% de l'effectif total éligible). Plus spécifiquement, de ce nombre, 12 était du groupe VVV (16% d'hommes; taux de rappel: 27%), 23 du groupe III (26% d'hommes; taux de rappel: 60%), 11 du groupe VIV (27% d'hommes; taux de rappel: 45%) et 14 du groupe IVI (21% d'hommes; taux de rappel: 63%). Les participants ont effectué les mêmes tests, avec les mêmes évaluateurs et dans les mêmes conditions que leurs tests pré- et post-intervention des précédentes études.

3.2. Intervention.

Concernant l'intervention de 12 semaines, les participants des études 1 et 2 s'entrainaient à raison de 3 séances/semaine de 60 minutes et cette intervention était divisée en 3 phases distinctes (le détail de chaque phase ainsi que la progression est présenté en Appendice A).

La phase 1 correspondait à la partie d'échauffement qui durait 10 min et incluait 8 exercices de faible intensité: 1) cercles de la tête (1 série; 12 répétitions/série), 2) marche sur place (1 série; 40 répétitions/série), 3) marche autour d'une chaise (1 série; 6 répétitions des deux côtés), 4) talons-fesses (1 série; 12 répétitions/série), 5) genoux hauts (1 série; 12 répétitions/série), 6) main à l'opposé genou (1 série; 20 répétitions/série), 7) tape des mains avec rotation du tronc (1 série; 12 répétitions/série) et 8) squats avec main au-dessus de la tête (1 série; 12 répétitions/série).

La phase 2 correspondait au cœur de la séance. Cette phase pratiquait l'équilibre et la coordination, la fonction musculaire et la capacité cardiovasculaire ainsi que la flexibilité et l'accent était mis à chaque séance sur l'une des 3 composantes. La première séance de chaque semaine (lundi) portait principalement sur des exercices d'équilibre et de coordination, alors que la deuxième séance (mercredi) portait sur la fonction musculaire et la capacité cardiovasculaire et la troisième séance (vendredi) portait sur la flexibilité. Ainsi chaque séance de la phase 2 était divisée en circuits de 3 à 5 min d'effort suivis de 30 à 60 s de repos pour un total de 45 min. Le corps des séances a évolué en termes de difficulté et d'intensité toutes les 4 semaines afin de permettre aux participants de continuer à progresser. Durant la première semaine de l'intervention, les séances de chaque journée d'entrainement étaient réalisées comme suit (les séances présentées ci-dessous étaient celles pour les participants de niveau L3 (score entre 11 à 14) soit celui pour les personnes les plus autonomes physiquement) :

-Lundi; équilibre et coordination (19 exercices): 1) extension des chevilles avec élévation latérale des bras (1 série; 12-répétitions), 2) touchers talons/chevilles alternés (1 série; 20-répétitions) /série), 3) marche militaire (2 séries; 1-min/série), 4) genoux hauts avec coup de pied latéral (1 série; 12 répétitions/série), 5) équilibre en tandem avec rotations de la tête (2 séries; 1- min/série), 6) élévations latérales alternées des jambes (2 séries; 1 min/série), 7) équilibre unipodal avec rotation des bras (2 séries ; 1 min/série), 8) rotation arrière des bras (2 séries ; 1 min/série), 9) fentes inversées avec rotation du tronc (2 séries; 1 min/série), 10) équilibre unipodal avec pointage du

pied (2 séries; 1 min/série), 11) marche sur place (2 séries; 1 min/série), 12) genoux hauts avec coup de pied latéral (2 série ; 1 min/série; 1 série avec arrêt + 1 série sans arrêt), 13) marche militaire (2 séries; 1 min/série; 1 série avec arrêt + 1 série sans arrêt), 14) coup de pied dans les fesses (2 séries; 1-min/série; 1 série avec arrêt + 1 série sans arrêt), 15) élévations latérales alternées des jambes (2 séries; 1- min/s; 1 série avec arrêt + 1 série sans arrêt), 16) squats avec flexion du pied (2 séries; 12 répétitions/série), 17) abduction jambe avec abduction bras opposé (2 séries; 12 répétitions par côté), 18) redressement assis avec charge (2 séries; 12 répétitions/série) et 19) flexion du coude du côté opposé (2 séries; 12 répétitions/série).

- Mercredi, fonction musculaire et à la capacité cardiovasculaire (20 exercices inclus): 1) jumping jack sans saut (1 série; 20 répétitions/série), 2) fentes alternées avec squat (1 série; 12 répétitions/série)), 3) claquement de genou haut (1 série; 20 répétitions/série), 4) coups de pied dans les fesses (2 séries; 1 min/série), 5) fentes et coups de pied inversés (2 séries; 30 secondes par jambe) , 5) pas en V (2 séries; 1 min/série), 6) marche en ciseaux (2 séries ; 1 min/série), 7) marche latérale (2 pas) avec squat (2 séries; 1 min/série) set), 8) coup de poing dans le vide (2 sets; 1-min/set), 9) squats + table push up + burpees (2 sets; 1-min/set), 10) rotation du tronc avec claquement des mains (2 sets; 1-min/série), 11) torsion lente du tronc alternée (2 séries; 1-min/série), 12) ouverture alternative rapide des jambes latérales (2 séries; 1 min/série), 13) squat (2 séries; 12-répétitions/série), 14) flexion des biceps avec développé des épaules (2 séries; 12 répétitions/série), 15) tirage dos type rameur (2 séries; 12 répétitions/série), 16) rotation du tronc assis (2 séries; 12 -répétitions/série), 17) pompes avec la main sur table (2 sets; 12 répétitions/série), 18) fentes avant alternées avec poids sur les bras (2 séries; 12 répétitions/série), 19) burpees sur chaise sans saut (2 séries; 12 répétitions/série), 20) dips sur chaise à un pied (2 séries; 12 répétitions/série).

- Vendredi, flexibilité (28 exercices inclus): 1) coup de pied avec coup de poing (2 séries; 1-min/série), 2) rotation basse alternée (2 séries; 1 min/série), 3) marche latérale (2 séries ; 1 min/série), 4) fente statique avec rotation du tronc (2 séries; 1 min/série), 5) genou haut avec arabesque (2 séries; 1 min/série), 6) équilibre unipodal avec rotation du tronc (2 séries; 1 min/série), 7) rotation du cou (1 série; 12 répétitions), 8) flexion-extension du cou (1 série; 12 répétitions), 9) flexion latérale du cou (1 série; 12 répétitions), 10) étirement du trapèze supérieur (1 série; 12 répétitions), 11) étirement des bras assis (1 série; 12- répétitions), 12) élévation des bras en position

assise (1 série; 30 sec/série), 13) élévation des bras debout (1 série; 30 sec/série), 14) cercles des bras debout (1 série; 30 sec/série), 15) aviron debout (1 série; 12 répétitions/série), 16) rotations des épaules (1 série; 24 répétitions/série), 17) rotations inversées des bras debout (1 série; 12 répétitions/série), 18) mobilité des épaules avec serviette (1 série; 12 répétitions/série), 19) torsion du bras debout avec serviette (1 série; 12 répétitions/série), 20) extension du tronc debout avec serviette (1 série; 30 secondes/ série), 21) rotation externe de l'épaule en position debout (1 série; 30 sec/série), 22) flexibilité du poignet (1 série; 12 répétitions par côté), 23) flexion/extension du poignet (2 séries; 15 -sec/série), 24) rotation du poignet (1 série; 12 répétitions par côté), 25) rotation de la cheville (1 série; 12 répétitions par côté), 26) rotation de la hanche (1 série; 12 répétitions/série), 27) étirement des adducteurs debout (1 série; 12 répétitions/série), 28) flexion latérale debout (1 série; 12 -répétitions/set).

La phase 3 correspondait à la période de récupération et d'étirements (5 minutes) et comprenait 5 exercices : 1) étirement des épaules et du tronc (1 série; 20 secondes), 2) flexion latérale debout (1 série; 20 secondes), 3) étirement des mollets (1 série; 20 secondes), 4) étirement des quadriceps (1 série; 20 secondes) et 5) mouvements respiratoires en bougeant les bras de haut en bas (1 série; 3 répétitions).

3.3. Mesures expérimentales.

Une des spécificités de cette thèse de doctorat est qu'elle a été réalisée au cœur de la pandémie de COVID-19. Ainsi, en accord avec les politiques de distanciation sociale mises en place au Québec durant cette période, toutes les séances d'entrainement, mais également toutes les mesures des 3 études précédemment décrites ont été effectuées à distance. Connaissant ce fait, il est important de noter que, même si les interventions à distance ou les évaluations subjectives à distance ont déjà été validées et souvent utilisées dans d'autres études (voir section 1.3.3.3), la validité et la fiabilité des mesures objectives à distance chez les personnes âgées sont moins unanimes. Ainsi, une sous étude issue de ce projet a été menée par notre laboratoire et incluait les participants de l'étude 1 (WEBEX-1). Cette étude visait à comparer les résultats obtenus lors des évaluations à distance par Zoom© avec ceux lors des évaluations en personne [(Peyrusqué *et al.*, 2022) ; voir article complet en Annexe C]. Cette étude a montré que les tests d'équilibre unipodal (ICC>0,75) et de Timed-Up

and Go (TUG ; ICC>0,80) ont une fiabilité élevée ainsi qu'une faible variabilité interindividuelle, même si seul le TUG était acceptable (SEM_{TUG} <10% vs. $SEM_{EquilibreUnipodal}$ >15%). Concernant le test de 30 sec assis-debout et de 10 répétitions assis-debout, ces deux tests ont une fiabilité extrême (ICC>0,95), sont acceptables (SEM<10%) et ont une faible variabilité. Finalement, la vitesse de marche normale (ICC>0,75) et le test de 5 répétitions de assis-debout (ICC >0,95), qui font partie du SPPB, ont une fiabilité relative élevée ou extrême ($SEM_{vitessemarche}$ <10% *vs.* $SEM_{5rep\text{-}assis\text{-}debout}$ < 7%) ainsi qu'une faible variabilité (Peyrusqué *et al.*, 2022). En conclusion, l'évaluation des performances physiques à distance (Zoom©) chez les personnes âgées semble aussi fiable et valide que celle effectuée en personne et les valeurs obtenues peuvent être comparées avec celles des autres études effectuées en personne et/ou en laboratoire.

3.3.1. Faisabilité et acceptabilité durant l'intervention.

Étant donnée la période de réalisation (confinement et isolement complets lié s la COVID-19) et la nouveauté des études 1 & 2, nous avons évalué tout d'abord la faisabilité et l'acceptabilité de ces interventions.

La faisabilité de ces deux études a été évaluée via ***l'adhésion*** des participants à l'intervention, c'est-à-dire de la proportion de séances complétées sur les 36 prescrites (3 séances/semaine durant 12 semaines) par les participants qui ont complété l'intervention. En ce qui concerne l'adhésion, pour le IG, l'adhésion a été mesurée par le kinésiologue, selon la présence ou l'absence des participants lors des séances d'entrainement Zoom©. Pour le VG, l'adhésion a été mesurée en observant le nombre de questionnaires remplis par les participants à la fin de leurs sessions de formation. Pour que l'intervention soit considérée comme faisable, les participants devaient effectuer 80 % des séances d'exercices (29/36 séances), comme recommandé par la littérature (Robertson *et al.*, 2003). Néanmoins, une revue systématique a démontré que les taux d'adhésion moyens chez les personnes âgées varient entre 58% - 77% (Picorelli *et al.*, 2014) et que ces taux sont similaires pour les interventions à distance (Fuente-Vidal *et al.*, 2022).

L'acceptabilité à elle été évaluée après chaque séance d'entrainement physique à l'aide de questionnaires en ligne Lime Survey© incluant 5 variables: 1) ***l'effort perçu*** estimé à l'aide de l'échelle d'effort perçu OMNI (Robertson *et al.*, 2003), 2) ***le niveau de difficulté*** des exercices évalués à l'aide d'une échelle de 4 Likert allant de « faible », « plutôt faible » à « élevée » ou « très

élevée », 3) ***le plaisir*** pendant la séance d'entrainement a été évalué à l'aide d'une échelle de 5 Likert allant de « pas du tout », « un peu », « neutre » à « bien » ou « beaucoup », 4) ***la fierté*** liée à l'exécution des séances d'entrainement évaluée à l'aide d'une échelle de 4 Likert allant de « aucune fierté du tout », « un peu de fierté », à « une certaine fierté » ou « beaucoup de fierté », et 5) ***la satisfaction auto-déclarée*** de la session de formation évaluée à l'aide d'une échelle de 4 Likert : « très insatisfait », « pas très satisfait », « satisfait » ou « très satisfait ».

La littérature démontre qu'une fourchette de réponses entre 70 % à 90 % à chaque critère permet de conclure que le niveau d'utilisabilité est acceptable à élever (Meldrum *et al.*, 2012). Par conséquent, nous avons établi que nos deux études Webex-1&2 seraient acceptables si une proportion de 80 % de tous ces critères était évaluée par les participants. Pour atteindre ce niveau (80%), les participants devront considérer les sessions d'exercices comme majoritairement « faciles » ou « modérées », classer leur plaisir comme « bien » ou « beaucoup » et se déclarer comme étant « satisfait » ou « très satisfait ».

3.3.2. Mesures générales et anthropométriques.

Au niveau des caractéristiques générales, l'âge, le sexe, le niveau d'éducation et l'état civil ont été colligés. Le poids et la taille des participants ont été auto-rapportés durant l'évaluation Zoom des participants par les membres de l'équipe de recherche. L'indice de masse corporelle (IMC) a aussi été calculé via la formule validée: masse corporelle (kg)/ taille^2 (m^2).

3.3.3. Évaluation de la fonction musculaire.

L'endurance musculaire a été mesurée à l'aide du test validé 30 sec Sit-to-Stand qui est reconnu comme un indicateur valable de l'endurance musculaire du bas du corps chez les personnes âgées vivant dans la communauté (Jones *et al.*, 1999). Ce test consistait à mesurer le nombre maximum de répétitions de lever de chaise en 30 sec.

La puissance musculaire (STS Power) a été estimée via le 30s-STS selon l'équation récemment validée par Alcazar et al. (Alcazar *et al.*, 2020): [Body Mass×0.9×g×(Body height×0.5-Chair height) /(Temps/n de répétitions)×0.5]. *Où la masse corporelle est indiquée en kg, g est la gravité (c'est-à-dire 9,81 m·s−2), la taille du corps et la hauteur de la chaise sont indiquées en m, le temps est indiqué en s (c'est-à-dire 30 s), n de répétitions indique le nombre de répétitions effectuées pendant le test STS, et les autres valeurs (c'est-à-dire 0,9 et 0,5) sont des coefficients dérivés de la biomécanique.*

Test assis-debout 10 répétitions : Ce test est couramment utilisé pour évaluer la force et la capacité fonctionnelle des membres inférieurs chez les personnes âgées et les populations atteintes de troubles musculo-squelettiques. Pour effectuer ce test, les participants doivent se lever et s'asseoir 10 fois consécutivement sur une chaise d'une hauteur de 43-46 cm avec les pieds à plat sur le sol et les bras croisés sur la poitrine et le plus rapidement possible. Un temps de réalisation de 12 secondes ou moins est considéré comme un score moyen à élever pour les ainés et un temps inférieur à 9 secondes est considéré comme un score excellent pour les adultes plus jeunes. (Bohannon, 1995). Ce test est corrélé à la puissance musculaire des membres inférieurs et à la performance fonctionnelle chez les personnes âgées, mais il convient de noter que ce test ne mesure pas la force maximale des membres inférieurs, mais plutôt la capacité fonctionnelle (Guralnik *et al.*, 1994).

La puissance musculaire fonctionnelle des membres inférieurs a été déterminée à l'aide de l'équation développée et validée par Takai et al. (Takai *et al.*, 2009) et grâce au test assis-debout 10 répétitions : $P_{fonctionnelle}$ = [(L – 0.4) x masse corporelle x g x 10] * T_{chaise}. *Où [0,4 (m) = la hauteur de la chaise, L (m) = longueur du membre inférieur (c'est-à-dire la distance entre le grand trochanter et la malléole latérale du fémur), g (m/s^2) = l'accélération gravitationnelle (9,8 m/s) et T_{chaise} = le temps pour effectuer les 10 assis-debout].*

3.3.4. Évaluation des capacités fonctionnelles.

L'évaluation des capacités fonctionnelles est basée sur les tests validés issus du senior fitness test (Rikli et Jones, 2013) et du Short Physical Performance Battery [SPPB ; (Guralnik *et al.*, 2000)]. Plus spécifiquement; 4 tests ont été effectués soit:

Le test de 5 levers de chaise: permet de prédire la perte de mobilité et du risque de chute chez les aînés (Beaudart *et al.*, 2019). Pour réaliser ce test, le participant doit être assis sur une chaise et a pour consigne de réaliser 5 levers de chaises le plus rapidement possible et avec les bras croisés sur les épaules si possible sinon il aura la possibilité de s'aider des bras (condition précisée et notée dans le recueil de données). Ce test chronométré démarre quand le participant se met en mouvement pour se lever et le nombre de répétitions du sujet en action est dit à haute voix durant le test par l'expérimentateur. Le chronomètre s'arrête quand le sujet s'assoit après s'être levé à 5 reprises.

Le test a une bonne reproductibilité intra-individuelle (Mary *et al.*, 2003). La fidélité test-retest de ce test est excellente [CCI variant de 0,89 à 0,96 ; (Bohannon, 2007)] et peut donc être utilisé en toute confiance pour mesurer le changement. Ce test est prédictif des chutes avec une sensibilité et une spécificité de l'ordre de 60 % et un temps supérieur à 15 secondes pour réaliser ce test indique un risque de chute élevé de 74 % et récurrent chez la personne évaluée (Buatois *et al.*, 2010).

- *Le test de marche sur 4-m:* permet de déduire la vitesse de marche (m/sec) qui est un paramètre fortement corrélé à la perte de capacité physique, de mobilité et de mortalité (Peters *et al.*, 2013). Au niveau du protocole, pour réaliser ce test, le sujet marche sur une distance de 6-m en ligne droite avec 2 repères visuels placés à 4 mètres l'un de l'autre entre le 1er et le 5^{e} mètre afin de mesurer le temps précis pour parcourir cette distance et éliminer la phase d'accélération et de décélération dans cette mesure. Chaque sujet devait effectuer 2 passages, le premier à vitesse de marche normale, et le second à la vitesse de marche la plus rapide possible sans courir pour autant. Les mesures de ce test ont une fiabilité test-retest et une sensibilité excellente [0,96 ; (Peters *et al.*, 2013)]. Plus spécifiquement, une vitesse de marche < 0,8 m/sec peut être considérée comme faible et une variation de 0,1m /s est considéré comme un changement significatif cliniquement (Studenski, S. *et al.*, 2011).

- *Le test d'équilibre unipodal (sec/60sec) :* Ce test constitue une mesure de la stabilité posturale qui un des prédicteurs du risque de chute et a précédemment été validé dans une population âgée (Springer *et al.*, 2007) et présente de bon paramètres de validité (ICC >0.90) et de fiabilité [ICC > 0.90 ; (Neuls *et al.*, 2011)]. Plus spécifiquement, ce test consiste à maintenir son équilibre, sur le membre inferieur, yeux ouverts et jusqu'à un maximum de 60s avec les bras le long du corps (Rikli. R et Jones, 1999). Le test prend fin si : 1) le pied controlatéral au membre inferieur de support prend appuie ou qu'il touche au sol ; 2) l'équilibre n'est pas stable. Trois essais sont accordés. Un temps inférieur 10s a été respectivement associé à un risque très important et important de chute (Tinetti, 1986).

-*Le « Timed-Up and Go » (3m-TUG ; sec) :* est un indicateur de la mobilité fonctionnelle chez les ainés (Podsiadlo et Richardson, 1991). Au niveau du protocole, pour réaliser ce test, le sujet commence assis sur une chaise posée contre un mur avec un repère situé à 3 mètres devant lui. Le sujet doit se lever, marcher jusqu'à ce repère, le contourner puis revenir s'asseoir. Le chronomètre démarre quand le sujet se met en mouvement pour se lever de sa chaise et s'arrête lorsque le sujet est assis et adossé à la chaise. Le TUG a été réalisé tout d'abord à vitesse de marche normale puis à la vitesse de marche la plus rapide possible, mais sans courir. Ce test a une excellente fidélité test-retest [0,98 ; (Hofheinz et Schusterschitz, 2010)], une sensibilité de 93,3% pour déterminer les personnes à risque de chutes et une spécificité de 80% pour différencier les personnes sans risque de chute et ceux présentant un risque (Shumway-Cook *et al.*, 2000). Des valeurs seuils de 8 secondes (60-79ans) et 10 secondes (79-89ans) ont été proposées pour témoigner d'une fragilité posturale et d'un risque de chute élevé (Steffen *et al.*, 2002).

3.3.5. Variables subjectives (Questionnaires).

Les questionnaires suivants ont été administrés à chaque temps de mesure:

L'état de santé cognitive a été évalué à l'aide du questionnaire validé du *mini-examen téléphonique de l'état mental* ou « Telephonic Mini Mental State Examination [T-MMSE ; (Roccaforte *et al.*, 1992)]. Sur les 22 points communs avec le MMSE, les scores obtiennent une excellente corrélation (r = 0,88), cependant, les scores au téléphone tendent à être inférieurs aux scores en face à face

(Newkirk *et al.*, 2004). Le score maximum pour le MMSE est de 30 et un score de 25 ou plus est considéré comme normal alors qu'un score inférieur à 24 est généralement considéré comme anormal et indiquant une éventuelle déficience cognitive.

La santé mentale telle que l'anxiété et la dépression ont été évaluées à l'aide du questionnaire validé le Kessler Psychological Distress Scale [K10 ; (Kessler *et al.*, 2002)]. Ce questionnaire comprend 10 questions avec un score total allant de 10 à 50. Un score < 20/50 indique l'absence de détresse psychologique significative, tandis qu'un score ≥ 30/50 indique une détresse psychologique sévère (Kessler *et al.*, 2002).

Le sentiment de solitude a été évalué à l'aide du UCLA-Loneliness Scale-3 [UCLA-3 ; (Russell, 1996)]. Cette échelle comprend 3 questions portant sur 3 dimensions de la solitude: la connexion relationnelle, la connexion sociale et l'isolement autoperçu. Le score total varie de 3 à 9, classant les participants comme « non seuls » (3-5/9) ou « seuls » [6-9/10 ; (Steptoe *et al.*, 2013)].

L'humeur a été évaluée par un questionnaire générique : « À quel point avez-vous ressenti les émotions suivantes au cours des deux dernières semaines ? » pour 7 états d'humeur spécifiques : « joie », « calme », « enthousiasme », « ennui », « peur et anxiété », « frustration et colère » et « coupable ». Les participants ont répondu à chaque état d'esprit en choisissant entre 5 réponses : « Pas du tout », « Un peu », « Moyennement », à « Beaucoup » et « Extrêmement ». Parmi les adjectifs d'humeur identifiés par Zevon & Tellegen (Zevon et Tellegen, 1982), nous avons sélectionné ceux considérés comme plus impactant comme indiqué dans des travaux antérieurs (Brooks et al., 2020). L'alpha de Cronbach pour cette échelle était élevé, indiquant une bonne fiabilité au sein de cet échantillon. Les réponses à chaque question (notées de 1 à 5 pour les items positifs et de 5 à 1 pour les items négatifs), sont additionnées pour donner un score global allant de 1 à 35. Un score plus élevé était associé à une meilleure humeur (Brooks *et al.*, 2020).

La qualité de vie a elle été mesurée à l'aide du questionnaire validé EQ-5D [EuroQol 5-Dimensions ; (Balestroni et Bertolotti, 2012)]. Ce questionnaire se compose de cinq dimensions, qui sont la mobilité, les activités quotidiennes, la douleur et les inconforts, l'anxiété et la dépression, et l'évaluation de l'état de santé actuel. Chaque dimension a trois niveaux de réponse : "aucun problème", "problème modéré" et "problème grave". Le score final du questionnaire EQ-5D est calculé en combinant les niveaux de réponse de chaque dimension et le score final peut varier de

-0,59 (état de santé le plus bas) à 1,0 (état de santé le plus élevé). Le score de -0,59 correspond à la pire qualité de vie liée à la santé possible, tandis que le score de 1,0 correspond à la meilleure qualité de vie liée à la santé possible. Le score EQ VAS (EuroQol Visual Analog Scale) est également utilisé pour évaluer l'état de santé actuel du participant. Il s'agit d'une échelle visuelle analogique de 0 à 100, sur laquelle le participant indique sa propre perception de son état de santé actuel. Un score de 100 correspond à l'état de santé le meilleur possible, tandis qu'un score de 0 correspond à l'état de santé le pire possible.

Questionnaire sur l'indice de fragilité (Study of Osteporotic Fractures ou SOF) **:** ce questionnaire est utilisé pour déterminer l'indice de fragilité, un indice validé pour mesurer les risques d'événements indésirables tels que le déclin fonctionnel et l'invalidité (Black *et al.*, 1995). Le score SOF est calculé en combinant les résultats de ces variables pour prédire le risque de fracture de hanche sur une période de 5 ans. Le score SOF peut varier de 0 à 6, avec un risque plus élevé de fracture associé à un score plus élevé. Un score de 0 indique un risque très faible de fracture, tandis qu'un score de 6 indique un risque très élevé de fracture. Les scores SOF peuvent également être utilisés pour évaluer l'efficacité des interventions de prévention de l'ostéoporose et pour déterminer les ressources nécessaires pour la prise en charge des fractures de hanche.

Le niveau d'AP a été estimé à l'aide du questionnaire validé d'évaluation rapide de l'activité physique [RAPA ; (Topolski *et al.*, 2006)]. Le RAPA est un questionnaire en 7 points avec un score global compris entre 0 et 7 et chaque question est notée et codée sur une échelle de 5 points de sorte qu'à mesure que la quantité, la fréquence et l'intensité de l'AP augmente, le score augmente (par exemple, RAPA = « Je ne fais presque jamais d'activité physique » = 1 ; « Je fais 30 minutes ou plus par jour d'activité physique modérée 5 jours ou plus par semaine » = 5). Pour marquer, la question avec une réponse affirmative et avec le score le plus élevé devait être choisie. Le score le plus élevé indique une activité physique à haute intensité (Topolski *et al.*, 2006).

Le niveau de dépense énergétique et le comportement sédentaire ont été estimés à l'aide du questionnaire international sur l'activité physique (IPAQ) qui se compose de 27 questions reflétant les activités des 7 jours précédents selon le domaine : 1) AP professionnelle ; 2) AP de transport; 3) travaux ménagers, entretien de la maison et soins à la famille; 4) AP récréatives, sportives et de loisir; et 5) le temps passé assis (Hagströmer *et al.*, 2006).

Questionnaire sur la motivation face à la pratique de l'AP évalue, à l'aide de l'Échelle de Motivation envers l'Activité physique en contexte de Santé, les motivations extrinsèques, intrinsèques, et l'a-motivation à l'aide de 18 questions [EMAPS© ; (Boiche *et al.*, 2019)]. Ce questionnaire contient six sous-échelles à trois items évaluant la motivation intrinsèque, la régulation intégrée, la régulation identifiée, la régulation introjectée, la régulation externe et l'a-motivation. Les participants ont répondu sur une échelle allant de 1 = « pas du tout d'accord » à 7 = « tout à fait d'accord ». Après la codification des différents items ensemble, un score total sur 100 est obtenu et un score élevé et témoigne d'une motivation importante alors qu'un score plus faible témoigne d'une a-motivation chez la personne (Boiche *et al.*, 2019).

3.3.6. Reproductibilité et sécurité des prises de mesure.

Lors des évaluations pour chacune des études et dans le but de limiter les erreurs de mesure, le même évaluateur a effectué les évaluations pré- et post-interventions et a utilisé des instructions techniques spécifiques (ex: sécurité, installation, matérielle, placement de la webcam, etc.). Par exemple, lors du test de marche de 4-m, la webcam de l'évaluateur devait être placée afin de capturer le point de départ et d'arrivée tout comme les pieds du participant. Ainsi, pour ce test, la webcam pouvait être placée devant ou derrière le participant afin d'être réalisable dans tous les logements. Concernant la sécurité des participants lors du test de marche de 4-m, l'évaluateur s'est assuré de demander au participant de retirer du passage tout objet pouvant amener à gêner le passage et a également vérifié que les participants pouvaient s'arrêter en toute sécurité après la ligne d'arrêt du test.

Pour effectuer le test TUG, la webcam devait être placée devant ou derrière la chaise tout en voyant la chaise, l'objet autour duquel les participants devaient faire le demi-tour et de pouvoir capturer le moment exact ou le participant décollait/recollait le dos sur le dossier de la chaise, afin d'être réalisable dans tous les logements. Également, afin de s'assurer de la sécurité des participants, la chaise était placée contre un mur, ou une porte afin d'éviter qu'elle ne recule lorsque le participant se levait ou revenait s'asseoir.

Pour effectuer les tests d'équilibre (bipodal et unipodal), la webcam devait être placée devant ou à côté du participant, permettant ainsi à l'évaluateur d'observer les pieds, les hanches et la main du

participant pendant le test. Concernant la sécurité, il était demandé aux participants de se tenir près d'un mur ou d'une chaise afin qu'ils puissent se tenir en cas de perte d'équilibre.

Finalement, pour les tests assis-debout (5 et 10 répétitions tout comme le 30-sec), la webcam devait être placée à côté du participant pour être capable de le voir entièrement en position assise et debout et de pouvoir apprécier l'angulation du dos et des hanches durant le test. Pour assurer la sécurité, le dossier de la chaise de test devait être placé contre un mur pour s'assurer qu'elle ne puisse pas reculer pendant le test.

De plus, pour chaque test, l'évaluateur a aidé les participants à mesurer la distance (4 mètres pour le test de vitesse de marche et TUG) ou à positionner la chaise en toute sécurité lors des tests d'équilibre ou de assis-debout. Pour se faire, l'évaluateur guidait les participants avec des indications orales sur la manière de mesurer et de placer les éléments des tests en plus de demander au participant de mentionner à haute voix les chiffres de la mesure. Également, l'évaluateur s'assurait que la mesure était toujours faite avec les mêmes outils de mesures que la première fois et dans la même pièce. Aucune aide d'aucun membre de la famille n'a été nécessaire pour la configuration et le placement de la webcam et aucun de nos participants n'a eu à repositionner sa webcam lors des évaluations.

3.4. Taille d'effet et taille d'échantillon.

3.4.1. Étude WEBEX-1 et WEBEX-2.

L'estimation de l'échantillon vise à trouver l'équilibre entre puissance et faisabilité. Étant donné que nos études #1 et #2 ont été des études de faisabilité et d'acceptabilité réalisées durant la COVID-19, tous les participants admis dans les 4 groupes au cours de ces différentes périodes ont été évalués pour leur éligibilité. La littérature actuelle n'a pas établi de consensus sur la taille d'échantillon requise concernant les études de faisabilité, et les recommandations restent très hétérogènes en variant de 10-12 à 60-75 par groupe selon les objectifs de l'étude. Cependant, une étude récente menée par Lewis et al. (2021) a proposé une méthode de calcul de la taille d'échantillon pour les études de faisabilité. Ainsi, selon cette méthode, la taille de l'échantillon a été calculée pour notre étude #1 et étude #2 en incluant les tests d'hypothèses (α= 0,05 et β = 0,80) pour 3 critères qui sont définis comme suit :

- Critère 1 - Adhérence: Ce calcul (taux d'adhérence) vise à évaluer le nombre de séances réalisées par ceux ayant complété l'étude (évaluation pré et post) sur le nombre de séances prescrite dans l'intervention (X/36 séances). Au regard d'études similaires présentées dans la littérature précédemment à notre étude, nous avons évalué que les taux d'adhérence que nous pouvions espérer étaient autour de 65% au minimum et de 80% au maximum (Ballin *et al.*, 2020; Feng *et al.*, 2019; Hong *et al.*, 2018; Muellmann *et al.*, 2019). Ainsi, suivant la méthode de calcul de Lewis et al. (2021), cela nous donne un nombre de 31 participants par groupe pour avoir une bonne puissance (0.80).

- Critère 2 – Rétention: Ce calcul (taux de rétention) vise à évaluer le nombre de personnes ayant complété les 2 évaluations (pré- et post-intervention) sur le nombre ayant été inclus. L'utilisation de la rétention comme deuxième critère permet de s'assurer que le programme convenait et stimulait les participants et ainsi d'assurer la faisabilité et acceptabilité des études. Au regard des mêmes études présentées au point précédent, nous avons évalué que les taux de rétention étaient autour de 65% au minimum et de 95% au maximum (Ballin *et al.*, 2020; Feng *et al.*, 2019; Hong *et al.*, 2018; Muellmann *et al.*, 2019). Ainsi, suivant la méthode de calcul de Lewis et al., (2021) cela nous donne un nombre de 31 participants par groupe pour avoir une bonne puissance (0.80).

- Critère 3 – Satisfaction : Ce calcul (taux de satisfaction) vise à évaluer le pourcentage de participant ayant auto-déclaré un niveau de satisfaction comme étant « satisfait » ou « très satisfait » à la fin de chaque session d'entrainement. L'utilisation de ce critère à permit de s'assurer de la faisabilité des études en assurant que celles-ci convenaient aux participants et permettaient une participation optimale. La littérature démontre qu'une fourchette de réponses entre 70 % à 90 % à chaque critère permet de conclure que le niveau d'utilisabilité est acceptable à élever (Meldrum *et al.*, 2012). Au regard d'études similaires, nous avons évalué que le taux de satisfaction serait autour de 60% au minimum et 80% au maximum (Buckinx *et al.*, 2021; Gagnon *et al.*, 2023; Picorelli *et al.*, 2014). Ainsi, suivant la méthode de calcul de Lewis et al., (2021) cela nous donne un nombre de 38 participants par groupe pour avoir une bonne puissance (0.80).

3.4.2. Étude Suivi – WEBEX.

La puissance nécessaire pour répondre à nos objectifs relatifs à notre étude de suivi a été calculée *a-postériori* à l'aide du logiciel G*Power (version 3.1.9.6). Ce calcul visait une puissance statistique de 80%, un taux d'erreur de 5% sur notre variable principale soit le SPPB (X/12). Ainsi, ce calcul réalisé avec notre échantillon comprenant un total de 60 participants au suivi (III: n=23; VVV: n=12; IVI: n=14; VIV: n=11), nous permet d'identifier une taille d'effet de 0.15 correspondant à une taille d'effet moyenne [taille d'effet moyenne comprise entre 0.15 et 0.35; (Cohen, 2013)]. Cette taille d'échantillon permettra que nos conclusions demeurent robustes même si un plus grand nombre de participants (160 participants) aurait été nécessaire afin d'obtenir une taille d'effet large (taille d'effet >0.35). Comparativement aux études de suivi précédemment présentées qui ont des taux de rappel compris entre 70 et 60% (Geirsdottir *et al.*, 2015; Gudlaugsson *et al.*, 2012; Hars *et al.*, 2014), notre étude #3 elle observe un taux de suivi plus bas avec un taux de 46%. Cependant, toutes ces études utilisaient un suivi prévu alors que dans notre étude #3 notre suivi était non prévu et a eu lieu au moment des périodes de déconfinement de la COVID-19 ce qui peut expliquer les différences dans les taux de suivi.

3.5. Analyses de données.

Les analyses statistiques ont été effectuées à l'aide de SPSS 27.0 (Chicago, IL, USA) pour les études 1 et 2 et avec le logiciel R (R Core Team, 2022, version 4.0.3) pour l'étude 3. La signification a été fixée à $p \leq 0,05$ (bilatéral) pour toutes les analyses.

3.5.1. Objectifs spécifiques 1 et 2 (étude #1 et étude #2).

La distribution des données a été testée à l'aide du test de Shapiro-Wilk. Les variables discrètes ont été exprimées en moyenne ± écart-type alors que les variables catégorielles ont été exprimées en pourcentage. En raison de nos objectifs, nous avons utilisé une analyse per-protocole et non une analyse en intention de traiter (ITT). De ce fait, seuls les participants ayant complété les évaluations pré- et post-interventions ont été inclus dans l'analyse. La comparaison de la fréquence d'observation entre les groupes a été réalisée à l'aide du test du chi carré ou de Fisher. Un test-t paramétrique indépendant a été utilisé pour identifier les différences de base entre les groupes. Un

test-t apparié a été utilisé pour évaluer l'effet de l'intervention au sein de chaque groupe. Une ANOVA à mesures répétées (2×2) a été utilisée pour estimer les effets du temps, des groupes et du temps × groupes. La taille de l'effet êta partiel au carré (η^2p) a été utilisée pour estimer la pertinence clinique des effets. Les êta partiels au carré entre $0,01< \eta^2p >0,06$, $0,06< \eta^2p >0,1$ ou $\eta^2p >0,14$ ont été respectivement considérés comme des effets faibles, moyens ou importants (Cohen, 2013). Le pourcentage de changement par rapport au départ [(pré-post/pré) ×100] a été estimé pour évaluer et comparer l'effet clinique de nos interventions.

3.5.2. Objectif spécifique 3 (étude #3).

Toutes les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du package statistique R (R Core Team, 2022) version 4.0.3. La distribution des données a été testée à l'aide du test de Shapiro-Wilk. Les caractéristiques de base ont été résumées à l'aide de statistiques descriptives. Les variables continues ont été exprimées en moyenne ± écart-type et les variables catégorielles ont été exprimées en pourcentage. Le test du chi-carré ou le test de Fisher ont été utilisés pour comparer la fréquence des observations entre les groupes. Nous avons analysé les données à l'aide d'une série de modèles mixtes linéaires suivis de comparaisons de groupe appropriées (contrastes) à l'aide du package R. Un modèle mixte linéaire a été ajusté pour chaque mesure de santé objective et subjective en tant que variable dépendante pour estimer les effets de temps et de temps × groupe sur les trois points de mesure, en ajustant pour le temps, l'âge et le sexe. Un seuil de taux de fausses découvertes (FDR) de 5 % a été utilisé pour corriger les comparaisons multiples. Des analyses de sous-groupes post-hoc (III *vs.* VVV *vs.* IRI *vs.* RIR) ont également été effectuées avec la correction de Bonferroni lorsque les effets d'interaction ont atteint la signification.

CHAPITRE 4 - RÉSULTATS

Les réponses aux différents objectifs spécifiques de cette thèse présentés dans le chapitre 2 ont été rapportées au travers de 3 articles scientifiques.

Le premier article, intitulé « *Web-based physical activity interventions are feasible and beneficial solutions to prevent physical and mental health declines in community-dwelling older adults during isolation periods*. » est publié dans la revue « Journal of Gerontology: Medical Sciences » et permet d'adresser l'objectif spécifique 1.

Le second article, intitulé « *Online physical activity intervention in older adults during lockdown: Can we improve the recipe?* » est publié dans la revue « Aging Clinical and Experimental Reseach » et permet quant à lui d'adresser l'objectif spécifique 2.

Finalement, le troisième article, intitulé « *Evidence for middle-term benefits of remote physical activity intervention in older adults.* » est une version de travail qui sera soumise sous peu dans un journal scientifique et vise à répondre à l'objectif spécifique 3.

4.1 Article 1 - Web-based physical activity interventions are feasible and beneficial solutions to prevent physical and mental health declines in community-dwelling older adults during isolation periods.

Titre

Les interventions en activité physique à distance sont des solutions faisables et bénéfiques pour prévenir les déclins de santé physique et mentale chez les ainés vivant dans la communauté durant des périodes d'isolation.

Auteurs

Granet Jordan, Peyrusqué Eva, Ruiz Fabien, Buckinx Fanny, Ben Abdelkader Lilia, Dang-Vu Thien Thanh, Sirois Marie-José, Gouin Jean-Philippe, Pageaux Benjamin et Aubertin-Leheudre Mylène.

Résumé

Contexte : Les périodes prolongées de confinement augmentent le risque d'inactivité physique, ce qui peut contribuer au déclin physique chez les personnes âgées. La technologie en ligne pourrait être une solution novatrice pour promouvoir les habitudes d'activité physique dans ce contexte. L'objectif de cette étude pilote était d'examiner et de comparer l'acceptabilité, la faisabilité et d'explorer les effets potentiels de ces 2 modalités d'interventions d'AP via des technologies web sur la santé de personnes âgées pendant le 1er confinement lié à la COVID-19.

Méthodes : Quatre-vingt-trois personnes âgées non physiquement actives vivant dans la communauté (60 ans et plus) ont été randomisées pour compléter une des 2 interventions web d'AP de 12 semaines soit : intervention complète en mode direct et interactive (III; n=38) *vs.* intervention complète en mode enregistré et vidéo (VVV; n=45). L'acceptabilité, la faisabilité ainsi que les capacités fonctionnelles, la performance physique, la qualité de vie et le niveau d'AP ont été évalués avant et après l'intervention.

Résultats : Le taux d'abandon dans le III était moins important que dans le VVV (III:16 % *vs.* VVV:46 %). Cependant, le taux d'adhésion (III:89 % *vs*. VVV:81 % ; p=0,25), le niveau de satisfaction (III:77 % *vs*. VVV:64 %; p=0,22) et le plaisir (III:68 % *vs.* VVV:62 %; p=0,33) étaient similaires dans tous les groupes, même si les participants des 2 groupes ont trouvé l'intervention un peu difficile (III:42 % *vs.* VVV : 37 %; p=0,360). Les deux groupes ont significativement amélioré leurs capacités fonctionnelles, leurs performances physiques et leur qualité de vie. Seul le groupe III a montré des améliorations significatives de la santé perçue et du niveau d'AP. De plus, Le groupe III a montré de plus grandes améliorations des capacités fonctionnelles (score au SPPB: III : 11.6±0,6 *vs.* VVV :10.0±2,6; p=0.010) et de la qualité de vie (III: +4% *vs.* VVV : +1.5% ; p=0.016) que le groupe VVV.

Conclusion : Les interventions web d'AP semblent faisables, acceptables et bénéfiques pour améliorer les capacités fonctionnelles et les performances physiques pendant les périodes de confinement. Cependant, les modalités interactives sur le Web et en direct semblent être plus efficaces pour promouvoir certains paramètres de santé.

Journal

Journal of Gerontology : Medical Science.

THE GERONTOLOGICAL SOCIETY OF AMERICA®

Journals of Gerontology: Medical Sciences
cite as: *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 2022, Vol. XX, No. XX, 1–10
https://doi.org/10.1093/gerona/glac127
Advance Access publication June 8, 2022

OXFORD

Research Article

Web-Based Physical Activity Interventions Are Feasible and Beneficial Solutions to Prevent Physical and Mental Health Declines in Community-Dwelling Older Adults During Isolation Periods

Jordan Granet, PhD(c),[1,2] Eva Peyrusqué, PhD(c),[1,2] Fabien Ruiz, PhD(c),[1,2] Fanny Buckinx, PhD,[1,2] Lilia Ben Abdelkader, BSc,[1,2] Thien Thanh Dang-Vu, MD-PhD,[2,3] Marie-José Sirois, PhD,[4] Jean-Philippe Gouin, PhD,[2,5] Benjamin Pageaux, PhD,[2,6] and Mylène Aubertin-Leheudre, PhD[1,2,*]

[1]Département des sciences de l'activité physique, Faculté des sciences, Universite du Quebec à Montreal, Montréal, Canada. [2]Centre de recherche de l'Institut universitaire de gériatrie de Montréal (CRIUGM), Montréal, Canada. [3]Department of Health, Kinesiology and Applied Physiology, PERFORM Center and Center for Studies in Behavioral Neurobiology, Concordia University, Montréal, Canada. [4]Department of Physiotherapy, Laval University, Quebec City, Canada. [5]Department of Psychology, Concordia University, Montréal, Canada. [6]École de kinésiologie et des sciences de l'activité physique (EKSAP), Faculté de médecine, Université de Montréal, Montréal, Canada.

*Address correspondence to: Mylène Aubertin-Leheudre, PhD, Departement des sciences de l'activité physique, Faculté des sciences, Universite du Quebec à Montreal, Pavillon des sciences biologiques, 141 President-Kennedy Ave, SB-4615, Montreal, Quebec H3C 3P8, Canada. Courriel: aubertin-leheudre.mylene@uqam.ca

Received: July 15, 2021; Editorial Decision Date: May 22, 2022

Decision Editor: Jay Magaziner, PhD, MSHyg

Abstract

Background: Periods of prolonged lockdown increase the risk of physical inactivity, which can contribute to physical decline among older adults. Online technology could be an innovative solution to promote physical activity (PA) habits in this context. The goal of this study was to examine and compare the acceptability, feasibility, and potential benefits of 2 modalities of web-based PA interventions in older adults during the coronavirus disease 2019 lockdown.

Methods: Eighty-three non-physically active community-dwelling older adults (aged 60 and older) were randomized to a 12-week web-based PA intervention delivered either in a live group (IG; $n = 38$) or a recorded group (RG; $n = 45$). Acceptability, feasibility as well as functional capacities, physical performance, quality of life, and PA level were assessed pre and postintervention.

Results: There were fewer dropouts in the IG than RG (IG: 16% vs RG: 46%). However, adherence rate (IG: 89%; RG: 81%), level of satisfaction (IG: 77% vs RG: 64%), and enjoyment (IG: 68% vs RG: 62%) were similar across groups, even if the participants found the intervention slightly difficult (IG: 58% vs RG: 63%). Both groups significantly improved on functional capacities, physical performance, and quality of life. Only the IG showed significant improvements in perceived health and PA level. The IG showed greater improvements in physical performance and quality of life than the RG.

Conclusion: Web-based PA interventions are feasible, acceptable, and beneficial for improving functional capacities and physical performance during periods of lockdown. However, the interactive web and live modalities appear to be more effective for promoting some of these outcomes than recorded and individual modalities.

Keywords: Aging, COVID-19 lockdown, Exercise, Muscle function, Web-based intervention

© The Author(s) 2022. Published by Oxford University Press on behalf of The Gerontological Society of America.
All rights reserved. For permissions, please e-mail: journals.permissions@oup.com.

Downloaded from https://academic.oup.com/biomedgerontology/advance-article/doi/10.1093/gerona/glac127/6604353 by guest on 23 August 2022

Physical inactivity, defined as a lack or absence of regular physical activity (PA) (1), affects more than 50% of older adults and is recognized as the fourth most important risk factor for early mortality (2). The lockdowns or social isolation that occurred during the coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic limited opportunities to practice PA (3). Indeed, during the first wave of the COVID-19 pandemic, sedentary time, defined as time spent doing activities that do not increase energy expenditure at rest (ie, sitting and lying down), increased from 5 to 8 hours per day (4). In addition, it has been observed that 40% of previously inactive people became even more inactive during the COVID-19 pandemic. These individuals reported poorer mental health than individuals who engaged in more PA (5,6). In addition to negative effects on mental health and quality of life, lack of PA and sedentary behaviors are also known to be detrimental to older adults' physical health and functional independence (7), especially during the COVID-19 pandemic (8). In this context, online technologies represent an approach to deliver PA services while respecting social distancing guidelines. In addition, more than 60% of community-dwelling older adults in Canada have digital devices (ie, tablets, computers, or smartphones) and 70% connect to the internet daily (9).

It has been shown that a 10-week web-based recorded PA intervention leads to high adherence in obese older women and could be used as an alternative to supervised exercise for weight loss (10). In addition, another study reported that a 9-month web-based recorded PA intervention had a high and similar acceptance rate in older adults compared to an in-person PA intervention (11). It has been observed that a web-based recorded PA intervention (3×/ week from 12 to 16 weeks) improved metabolic health (ie, weight, fat mass, waist circumference, insulin, and glycated hemoglobin) in obese older adults (12) and the levels of mobility, functional balance and muscle strength (13) in inactive older adults. However, a systematic review shows that web-based PA interventions providing live feedback, such as live webconferences (Zoom, Skype, etc.), are an interesting alternative that leads to the same adherence than supervised in-person PA interventions in older adults (14). Studies using web-based live PA interventions (ie, Zoom live group training; duration of 8–10 weeks) have shown that this type of intervention could be feasible in older adults living with cognitive decline or chronic pain (15). Studies also demonstrated that the intervention was safe (no adverse events) and led to low drop-out rates and high adherence and satisfaction in older adults (16). In addition, it has been shown that the presence of an instructor, who provides live feedback during in-person group PA, potentiates the effectiveness of the intervention on health parameters by increasing participants' motivation, adherence, and engagement (17). Indeed, a study investigating the effect of an 8-week web-based live PA intervention (live web real-time communication) demonstrated positive effects on fall-related risk factors (18) in older adults. In addition, another study conducted on older adults observed that a 12-week live PA intervention (Skype) led to positive effects on sarcopenia-related factors (ie, total-body skeletal mass, appendicular lean soft tissue, lower limb muscle mass, and chair sit-and-reach score (19)). Finally, another study observed that implementing an 8-week web-based live PA intervention (Facebook live group exercise) improved functional fitness compared to a control group in older adults (20).

While these recent studies showed the interesting potential of the implementation of web-based PA interventions (recorded or live) in older adults, it is important to note their limitations, especially in relation to the COVID-19 pandemic. First, despite the likely difference in motivation induced by the presence of an instructor during live (interactive web-based intervention) compared to recorded online training sessions (noninteractive web-based intervention), none of the aforementioned studies compared the effects of these two modalities (recorded vs live training) nor their feasibility and acceptability in older adults in the same study. Second, none of these studies per-formed objectively, fully remote evaluations of physical function before and after the intervention. Finally, and more importantly, none of the studies reported a clear and replicable methodology for tailoring the content of the training sessions to a remote setting (ie, personalization within the live session based on the instructor's guidance), thus compromising the validity, replicability, and transferability of the previous results. This aspect is of high importance because it has been shown that a personalized and tailored approach, based on the participant's needs and individual characteristics, is necessary to implement remote interventions in older adults (21).

In this context, the primary objective of this study was to confirm the feasibility and acceptability of 2 web-based PA interventions (ie, recorded video training on website platform or live-interactive training on Zoom platform) during the first COVID-19 lockdown. The secondary objective was to assess and compare the effects of two fully remote and tailored web-based PA interventions on physical and mental health in inactive community-dwelling older adults. We hypothesized that both interventions would be feasible and acceptable but that the live-interactive modality would lead to a greater adherence than the recorded. Finally, we hypothesized that both interventions would lead to health improvements, which would be higher in the live-interactive modality.

Method

Intervention Overview

The study design, procedures used to assess participants, and the measures are presented in Figure 1.

Design and Randomization

This study was a 12-week community-based feasibility randomized interventional trial conducted during the first wave of the COVID-19 pandemic in Montreal, from April to August 2020 (lockdown/ homebound period). This study has been approved by the ethics committee of the Centre de recherche de l'Institut universitaire de gériatrie de Montréal (CRIUGM; CERVN 20-21-05) and partici-pants signed a consent form.

Participants were randomized to either a live and interactive exercise training group (22) or a recorded exercise training group (RG). Randomization was performed using a cluster method given

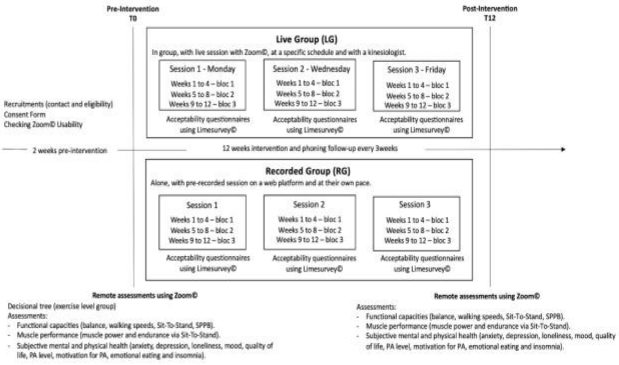


Figure 1. Flow chart.

Downloaded from https://academic.oup.com/biomedgerontology/advance-article/doi/10.1093/gerona/glac127/6604353 by guest on 23 August 2022

the uncertainty of the lockdown duration at the beginning of the COVID-19 pandemic.

Participants

Participants were recruited, between March and April 2020, from the CRIUGM's volunteer database, which contains a large number of community-dwelling older adults, who voluntarily registered to be invited to participate in research projects related to aging. To be included in the study, participants needed to: (a) have an email address, an internet connection, and a digital device with a webcam at home,
(b) be aged 60 and older, (c) live independently in the community, (d) be inactive (less than 7.500 steps per day and less than 150 minutes of exercise per week) based on the Rapid Assessment of Physical Activity questionnaire (RAPA (23)), (e) have no counterindication to practice PA, (f) not be frail (based on the study of osteoporotic fractures questionnaire (24)) or use walking aids, and (g) not be diagnosed with neurological, cardiovascular, lung (auto-reported) or have cognitive diseases/disorders (based on the Telephonic-Mini Mental State Examination [T-MMSE] (25)).

Procedures

To recruit participants, an email was sent to potentially eligible older adults from the CRIUGM database. For those who replied and expressed interest in the study, a phone screening was performed in order to: (a) confirm their eligibility, (b) obtain their verbal consent, and (c) verify their ability to use Zoom. After the screening phone call, the consent form and security training procedures were sent by email. Participants were asked to either return the consent form with their signature, or send a preformatted email confirming their consent to volunteer in the study. Thereafter, participants received the email, including the Zoom schedule for the training sessions and the link to perform the assessment. Participants who had never used Zoom were sent a link by email and taught how to use Zoom by phone. This step was needed by 20% of our sample. Both groups (IG and RG) underwent Zoom evaluations conducted by an assessor and including physical tests as well as questionnaires before and after the intervention. In addition, at the end of each training session, participants completed Limesurvey questionnaires on various outcomes.

A total of 83 older adults were randomized to the IG (IG; $n = 38$) or RG (RG; $n = 45$), as shown in Figure 2. This sample size was determined based on the resources available to conduct the project between April and August 2020. As no other comparable study in older adults was available at the time, we were not able to perform an a priori power calculation.

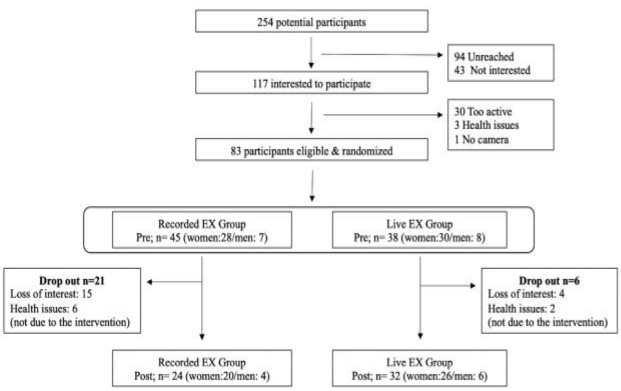


Figure 2. Protocol overview. SPPB = short physical performance battery; PA = physical activity.

Intervention

During the COVID-19 lockdown, face-to-face interventions could not be performed. Thus, to ensure the safety of our web-based PA interventions (live vs recorded), we created 3 levels (L1 = nonfit to L3 = fit) of difficulty to tailor the exercise intervention for each participant. Allocation to exercise group levels was performed using a mobility decisional tree as done previously (26). Briefly, the mobility decisional tree included 6 tests (30-second sit-to-stand, bipodal balance, semi tandem-balance, tandem-balance, unipodal balance, and level of PA) to obtain a score from 0 to 14 (Level 1: score < 6; Level 2: 6 ≤ score ≤ 10; Level 3: score > 11). This mobility decisional tree was performed during the evaluation session at baseline. Participants of the same level were grouped together and allocated to the appropriate exercise intervention. The 12-week exercise intervention included three 55-minute sessions per week. All sessions were structured into 3 blocks of exercises that aimed to improve muscle function, flexibility, and cardiovascular capacity, respectively. During each week of the intervention, one session per week was predominantly focused on one of the 3 blocks of exercises previously mentioned. Full details of the weekly structure can be found in Supplemental Material 1. In addition, every 4 weeks, the difficulty and intensity of the sessions were adjusted to maximize the health effects, adherence, and enjoyment. Moreover, the position (sitting or standing), amplitude, number of repetitions, and intensity of the exercises were modified and adapted to the level of the participants, which allowed a safe and appropriate progression. Finally, both groups followed the same training program, but the IG sessions included a certified exercise instructor (kinesiologist; using Zoom) following a specific schedule (Monday, Wednesday, and Friday mornings), whereas the RG attended individual video sessions, which were prerecorded by a certified exercise instructor (kinesiologist). To ensure safety in the IG, the number of participants in each level was limited from 10 (L1) to 14 (L3) individuals.

During our study, 3 specific IGs (Group 1 [L3]: $n = 12$ [W: n =10/M: $n = 2$]; Group 2 [L3]: $n = 14$ [W: $n = 12$/M: $n = 2$]; Group 3 [L2]: $n = 12$ [W: $n = 8$; M: $n = 4$]) were trained. Moreover, all the training sessions were supervised by the same 2 certified exercise instructors (kinesiologists) during the 12-week intervention. The first certified kinesiologist was in charge of training the IG participants each Monday, while the second trained them each Wednesday and Friday throughout the intervention.

In contrast, the RG followed the training program individually using a secure website (www.trainingrecommend.com; access code required). Participants in the RG were free to complete the recorded sessions at any time, but they did not receive supervision or feedback while completing the exercises. To ensure safety in the RG, participants (L1 to L3: $n = 45$; L3: $n = 34$; L2: $n = 11$) had access to 9 specific and adapted videos according to their exercise group level (similar exercise sessions to the IG). During the first 4 weeks of the program (weeks 1–4), participants had access to the first 3 videos. Thereafter, they followed the second block of 3 videos for 4 weeks (weeks 5–8) and the third block of 3 videos for the 4 subsequent weeks (weeks 9–12) in order to increase the difficulty/intensity level (similarly to IG participants). Regarding safety, before each training video or PA session, a short video was presented to remind participants of the safety protocol to follow before their training (ie, phone close by, remove objects or carpets from path, etc.). Like IG participants, they were required to fill out a Limesurvey questionnaire at the end of each session on various outcomes and report any adverse events. A phone number was provided in the same questionnaire to contact the team if needed.

Downloaded from https://academic.oup.com/biomedgerontology/advance-article/doi/10.1093/gerona/glac127/6604353 by guest on 23 August 2022

Measures

Intervention feasibility and acceptability

Feasibility and acceptability were assessed throughout the intervention.

In this study, feasibility was assessed using adherence to the intervention, that is, the proportion of sessions completed out of the 36 prescribed among the participants who did not drop-out. In the IG, adherence (proportion of completed weekly sessions out of the total sessions prescribed among the participants who did not drop-out, ie, completed pre and post-assessments) was measured by the certified exercise instructor (kinesiologist) according to the presence or absence of the participants during the live training. In the RG, adherence was measured using the number of questionnaires completed by the participants at the end of their training sessions. For the intervention to be considered feasible, participants were expected to complete 80% of the web-based exercise sessions (29/36 sessions) as commonly recommended (27).

Acceptability was assessed using 5 variables rated after each exercise training session using Limesurvey: (a) perceived exertion, (b) difficulty level of the exercises, (c) enjoyment during the training session, (d) pride related to performing the training sessions, and (e) overall satisfaction with the training session. More specifically, perceived exertion was estimated using the OMNI perceived exertion scale (28). The difficulty of the exercises was assessed using a 4-Likert scale from "low," "rather low" to "high" or "very high." Enjoyment during the training session was rated using a 5-Likert scale from "not at all," "a little," "neutral" to "well," or "a lot." Pride was assessed using a 4-Likert scale from "no pride at all," "a little pride" to "some pride," or "a lot of pride." The overall satisfaction level with the training session was assessed using a 4-Likert scale: "very unsatisfied," "not very satisfied," "satisfied," or "very satisfied." Finally, follow-up phone calls were done every 3 weeks to ask the participants to confirm the adherence and safety of the intervention.

Objective Physical Health Measures

We briefly describe the tests assessing functional capacities and physical performance. Full descriptions can be found in Supplementary Materials 2 and 3.

Functional capacities

Short physical performance battery (SPPB).—The SPPB score (×/12) was based on 3 tests (bipodal balance, 4-m walking speed [seconds], and the 5-repetition sit-to-stand test (26)) ranked from 0 to 4. This scale is recognized to assess lower extremity function and mobility in older adults (29).

Unipodal Balance.—Participants were asked to stand on 1 leg for 60 seconds (maximum) with their arms along the sides of their body. Unipodal balance capacity is a predictor of fall risk (30).

Physical performance

Body mass index (BMI).—BMI was evaluated using self-reported body mass (kg) and height (m) following this equation: (body mass [kg]/height^2 [m^2]).

Muscle power.—First, we evaluated the time requested by participants to perform 10 sit-to-stand repetitions. Based on this time, a power index was also calculated using the Takaï equation (31): $P = (L-A) \times BM \times g \times 10.\frac{}{T}$

Muscle endurance.—We performed the validated 30-second sit-to-stand test. This test is recognized as a valid indicator of lower body muscular endurance in community-dwelling older adults (32). It consisted in measuring the maximum number sit-to-stand repetitions in 30 seconds.

Subjective Mental and Physical Health Measures

During the Zoom sessions dedicated to evaluation (pre and post-intervention), the assessor helped the participants complete the physical and mental health questionnaires as well as the lifestyle habits questionnaire (potential covariates). To limit bias, the assessors asked the same questions in the same order for the pre and post-evaluations. Full descriptions can be found in Supplementary Material 4.

Mental health.—Anxiety and depressive symptoms were evaluated with the Kessler Psychological Distress Scale (K10 (33)) and loneliness using the UCLA-Loneliness Scale-3 (UCLA-3 (34)), respectively. Mood was evaluated as follows: "How strongly have you felt the following emotions during the past two weeks?" Participants were asked to rank the following key mood states: "joy," "calm," "enthusiasm," "boredom," "fear and anxiety," "frustration and anger," and "guilt" (35). The participants ranked each mood state by choosing either: "not at all," "a little," "moderately" to "a lot," and "extremely." Answers were scored from 1 to 5 for positive mood items and from 5 to 1 for negative mood items. Responses for all items were added to yield a global score ranging from 1 to 30, with a higher score indicating a better mood (35).

Quality of life.—Quality of life was measured using the EQ-5D questionnaire (36).

Lifestyle habits.—PA level was estimated using the validated RAPA questionnaire (23). Motivation toward PA was also estimated using the validated motivation scale towards health-oriented PA (EMAPS (37)). Emotional eating habits were assessed using the validated emotional eating scale (38). Insomnia symptoms were evaluated using the validated insomnia severity index (39).

Ability to Use Technology

Participants' ability to use technology was measured using 3 questions regarding: (a) the number of years they have been using technological tools, (b) whether they considered themselves "tech savvy," and (c) the types of technology they were currently using (tablet, desktop computer/laptop, or smartphone).

Reproducibility and Safety of Measures

To limit measurement errors, the same trained assessor conducted the pre and post-evaluations and used specific technical webcam instructions. During the 4-m walking test, the webcam captured the starting and finishing point, which foot was used, and whether the webcam was placed in front or behind the participant. Regarding participant safety during the 4-m walking test, the kinesiologist ensured to ask the participant to remove any objects that could obstruct the exercises and also verified that participants could correctly and safely stop after the stop line. To perform the balance test, a webcam was placed in front of or beside the participant, which allowed the assessor to observe the participant's foot and hand during the test. Regarding safety, participants were asked to be close to a wall or chair for them to hold in the event of loss of balance. Finally,

Downloaded from https://academic.oup.com/biomedgerontology/advance-article/doi/10.1093/gerona/glac127/6604353 by guest on 23 August 2022

Table 1. Baseline Physical and Sociodemographic Characteristics of the Participants Enrolled in the Study

	IG (n = 38)	RG (n = 45)	p Values
Sociodemographic Characteristics			
Age (years)	70.7 ± 5.2	69.6 ± 5.1	.22
Sex (women)	81%	83%	.86
BMI (kg/m2)	26.3 ± 3.9	27.5 ± 5.5	.85
SPPB score (×/12)	11.0 ± 1.4	10.1 ± 1.6	.030
Education level (university level)	79.3%	78.4%	.67
Income (>55 000$)	34.5%	43.2%	.44
Marital status (single)	37.9%	59.5%	.21
Health Characteristics			
Frailty (SOF; ×/6)	1.35± 0.6	1.25 ± 0.6	.79
Insomnia (×/28)	4.8 ± 4.7	6.1 ± 4.1	.14
Eating behavior (×/44)	6.8 ± 4.3	7.8 ± 3.6	.12
Quality of life (×/25)	5.3 ± 1.9	6.2 ± 1.7	.017
PA motivation (×/100)	68.1 ± 10.0	60.6 ± 9.3	.008
T-MMSE (×/30)	24.7 ± 1.7	24.5 ± 1.4	.90
Number of medications (>5 drugs)	6.9%	2.7%	.41
Chronic diseases (presence)	55.2%	54.1%	.92
Ability to Use Technology			
Using technologies (>1 year)	79.3%	78.4%	.82
Perceived feeling(s) of user (yes)	82.8%	83.8%	.84
Type of technology used (touch pad)	62.1%	59.5%	.44

Notes: Data are presented as means (mean ± *SD*; $p \leq .05$ = significant differences between groups using chi-squared test or Fisher test). IG = live group; RG = recorded group; BMI = body mass index; SPPB = short physical performance battery; SOF = study of osteoporotic fractures; PA = physical activity; T-MMSE = Telephonic-Mini Mental State Examination; *SD* = standard deviation. Using technologies: time since the participant used the same technology as the study. Perceived feeling(s) of user: participant's feeling(s) regarding their ability to use of the technology. Type of technology used: participants were asked which technology they usually used and are comfortable with.

for the sit-to-stand tests, a webcam was placed beside the participant to fully capture them in the sitting and standing position. For safety, a chair was placed against a wall to ensure that it could not move backward during the test.

In addition, for each test, the assessor assisted the participants in measuring the distance (4 meters) or safely positioning the chair during the balance or stair tests. No help from any family member was provided for the webcam set-up. None of our participants had to reposition their webcam during the assessments.

Finally, a recent study from our laboratory comparing remote assessment sessions with in-person assessments (performed on participants from our study) showed that the 4-m walking test, 5-repetition sit-to-stand test, 30-second chair test, and 10-repetition sit-to-stand test have high relative reliability, acceptable absolute reliability, and low variability. These results suggest that online and remote assessments are valid methods of performing these tests, which can be compared to other tests done in person and laboratory settings (40).

Statistical Analyses

Data distributions were tested using the Shapiro–Wilk test. Baseline characteristics were summarized using descriptive statistics. Continuous variables were expressed by mean ± standard deviation. Categorical variables were expressed in percentages. The Chi-squared test or Fisher test were used to compare the frequency of observations between groups. Due to our design (aims and sample size), we used a per-protocol analysis instead of an intent-to-treat analysis. Thus, only participants who completed the 12-week intervention and the pre and post-evaluations were included in the ana-lysis (drop-out participants nonincluded).

An independent parametric t test was used to identify between-group baseline differences. A 2 × 2 repeated measures ANOVA was used to estimate the time and time × group effects. A paired t test was used to assess the effect of the intervention within each group. The effect size partial eta squared (η^2p) was used to estimate the clinical relevance of the effects. Partial eta squared between $0.01 \leq \eta^2p \geq 0.06$ and $0.06 \leq \eta^2p > 0.1$ or $\eta^2p \geq 0.1$ were considered as low, medium, or large effects, respectively (41). The percentage change from baseline ([pre–post/pre] × 100) was estimated to evaluate and compare the clinical effect of our interventions. All statistical analyses were performed using SPSS 27.0 (SPSS Inc., Chicago, IL). The significance was set at $p \leq .05$ (two-tailed) for all analyses.

Results

Baseline Characteristics

Baseline physical characteristics, sociodemographic characteristics, and technological ability of the participants were similar for both groups ($p \geq .05$) as shown in Table 1, except for fast-walking speed (IG: 1.21 ± 0.30 vs RG: 1.47 ± 0.40 m/s, p = .029), the SPPB total score (IG: 11.0 ± 1.4 vs RG: 10.1 ± 1.6/12, p = .030), quality of life (IG: 5.3 ± 1.9 vs RG: 6.2 ± 1.7/25, p = .017), and motivation to practice PA (IG: 68.1 ± 10.0 vs RG: 60.6 ± 9.3/100, p = .008).

Intervention Feasibility and Acceptability

Among the 83 randomized participants, the drop-out rate was 16% in the IG (pre: n = 38 [30 women/8 men]; post: n = 32 [26 women/6 men]) and 46% in the RG (pre: n = 45 [38 women/7 men]; post: n = 24 [20 women/4 men]). The reasons for dropping out were similar between groups (Table 2) and were mainly related to a lack of interest (IG: 11% vs RG: 33%) or health problems (IG: 5% vs RG: 13%).

Among participants who completed the study, the average of training sessions attended over 12 weeks was 30/36 sessions (average adherence: 85%). The adherence rate was slightly better in

Downloaded from https://academic.oup.com/biomedgerontology/advance-article/doi/10.1093/gerona/glac127/6604353 by guest on 23 August 2022

Table 2. Acceptability of the Remote Exercise Interventions

	IG (n = 32)	RG (n = 28)	p Values
Satisfaction (satisfied or very satisfied)	77%	64%	.22
Enjoyment (enjoyed/enjoyed a lot)	32%/68%	38%/62%	.31/.33
Perceived difficulty (easy or quite easy)	69%	82%	.18
Perceived exertion (a little easy/a little difficult)	42%/42%	48%/37%	.32/.36

Notes: Data are presented as mean ± *SD*; $p \leq .05$ = significant differences between groups using chi-squared test or Fisher test. IG = live group; RG = re-corded group; *SD* = standard deviation.

the IG than RG (IG: 89% [min–max: 17–36] vs RG: 81% [min– max: 16–36] ; p=0.250). Participants' satisfaction, enjoyment, perceived exercise difficulty, and perceived exertion in each session were similar for both groups ($p \geq .05$; Table 2). Finally, no falls were observed nor reported during evaluations or training sessions.

Effects of the Intervention on Objective Physical Health

Table 3 presents pre and postintervention functional capacities and physical performance of the participants.

First, a time effect was observed for muscle power ($p = .01$, $\eta 2p = 0.12$), normal ($p < .001$, $\eta 2p = 0.34$), and fast ($p = .012$, $\eta 2p = 0.12$) walking speed and sit-to-stand tests (5 repetitions [$p < .001$, $\eta 2p = 0.59$], 10 repetitions [$p < .001$, $\eta 2p = 0.57$], and 30-second [$p < .001$, $\eta 2p = 0.53$]). More specifically, both groups significantly improved their normal walking speed (change: IG: +0.15 m/s, $p = .049$; RG: +0.18 m/s, $p < .001$) and time to perform the 5-repetition (change: IG: −3.6s, $p < .001$; RG: −2.2s, $p < .001$) and 10-repetition (change: IG: −7.6s, $p < .001$; RG: −4.6s, $p < 0.001$) sit-to-stand tests, as well as, the number of sit-to-stand repetitions performed in 30 seconds (change: IG: +5-repetitions, $p < .001$; RG: +3.3-repetitions, $p < 0.001$).

Finally, only the IG significantly improved their fast-walking speed ($p = .022$) and total SPPB score ($p = .010$) after the intervention.

Second, the time × group interaction reached significance for the 5-repetition ($p = .047$, $\eta 2p = 0.07$) and 10-repetition ($p = .02$, $\eta 2p = 0.10$) sit-to-stand tests.

Finally, based on percentage change from baseline following the 12-week intervention, we observed a greater improvement on muscle endurance (minimal change expected: >7%; 30 seconds sit-to-stand: IG: +37.6 ± 34.1% vs RG: +8.6 ± 60.0%, $p < .001$, $d = .925$) and time to complete the 5-repetition sit-to-stand (minimal change expected: −20%; IG: −45.0 ± 39.8% vs RG: −28.0 ± 18.7%, $p = .023$, $d = .552$) in the IG than the RG. Both groups significantly improved their normal walking speed (minimal change expected: >0.1 $m.s_{-1}$) following the intervention (IG: +9.8 ± 50.9%, $p = .012$, $d = −0.701$; RG: +18.9 ± 38.8%, $p < .001$, $d = −0.711$). Finally, only the IG improved their fast-walking speed (IG: +17.9 ± 36.8%, $p = .042$, $d = −0.405$) and total SPPB score (minimal change expected: +0.5 point; IG: pre: 11.0 ± 1.4 vs post: 11.6 ± 0.6, $p = .001$, $d = .514$).

Effect of the Intervention on Subjective Mental and Physical Health

Table 4 presents participants pre and postintervention subjective mental and physical health

A time effect was observed for motivation to practice PA ($p = .014$, $\eta^2p = 0.11$), mood ($p = .002$, $\eta^2p = 0.15$), and perceived health ($p = .008$, $\eta^2p = 0.13$). A significant time × group effect was found for the PA level ($p = .033$, $\eta^2p = 0.06$).

Finally, based on the percentage $_{change}$ from baseline following the 12-week intervention, we observed improvements in the RG only for the motivation to practice PA (RG = +16%, $p = .001$, $d = .552$) and in the IG only for perceived health (IG = +1.4%, $p = .016$, $d = .512$).

Discussion

The purpose of this study was to (a) confirm the feasibility and acceptability of 2 modalities of remote PA interventions (video web-site: recorded or Zoom platform: live and interactive) during the first wave of the COVID-19 pandemic, and (b) evaluate and compare their effects on health parameters using fully remote assessments.

First, our results show a high level of acceptability and adherence for older adults who completed the intervention, independently of the remote PA modality (interactive or recorded). More than half of the participants from both groups reported that the PA sessions were "easy" to perform (IG: 69%; RG: 82%). These results suggest that the PA program was adapted to the participants' capacities even if the intensity and level of difficulty were increased every 3 weeks during the 12-week program. Furthermore, both groups reported a similar level of satisfaction (IG: 77%; RG: 64%) throughout the remote PA intervention. These results are promising because the level of satisfaction is one of the main factors that enable older adults to participate and stay motivated in the practice of PA (42). These results are in line with other studies using web-technologies in older adults (15, 16, 20). We also observed the same level of enjoyment in both groups (IG: 68%; RG: 62%). This result is important because this aspect is considered as one of the key reasons for older adults to regularly practice PA (43).

Overall, among the participants who completed the exercise intervention (sessions > 80%) and pre and post-assessments, the adherence rate could be considered high in both remote exercise modalities, with a slightly better adherence rate in the IG compared to the RG (IG: 89%; RG: 81%). The minimum and maximum number of attended sessions were similar in both groups (IG [min–max]: 16–36 sessions; RG [min–max]: 17–36 sessions). The high adherence rate could be explained by the improvement in quality of life as well as affinity for the technologies themselves (44). It can also be explained by the customization of the exercises to the participants needs, which is important for older adults and leads to enjoyment during practice (43). Nevertheless, it is important to note that the drop-out rate (participants who did not complete the study) was significantly different between the 2 remote exercise modalities (IG: 16% vs. RG: 46%). Some studies have reported that the drop-out rate in remote exercise interventions was related to older peoples' motivation to engage in PA (44).

Among those who remained in the intervention, the motivation to practice PA significantly improved only in the RG (RG [delta change]: +16%; $p < .001$). These results can be explained by the fact that these 2 remote exercise modalities do not involve the same type of motivation. For example, the IG participants received live feed-back from a kinesiologist, and sessions were completed in groups. Social interact and personalized feedback on performance are both known to influence PA adherence (45). In contrast, the RG participants practiced their exercise sessions on their own and increased the training difficulty at their own pace every 4 weeks. The

Downloaded from https://academic.oup.com/biomedgerontology/advance-article/doi/10.1093/gerona/glac127/6604353 by guest on 23 August 2022

Table 3. Effects of the Intervention on Objective Health (Functional Capacities and Physical Performance)

			2 × 2 ANOVA Repeated Measures		
			Time	Group	Time × Group
Variables	Pre	Post	*p* Value (η2p)	*p* Value (η2p)	*p* Value (η2p)
Functional Capacities					
Unipodal balance (×/60 sec)			.09 (0.04)	.41 (0.006)	.41 (0.01)
Live group	44.1 ± 19.6	46.3 ± 20.1			
Recorded group	44.6 ± 20.0	50.9 ± 15.8			
Normal walking speed (m/s)			**<.001 (0.34)**	**.024 (0.09)**	.59 (0.006)
Live group	0.86 ± 0.20	1.01 ± 0.20			
Recorded group	0.95 ± 0.20	1.13 ± 0.20			
Fast-walking speed (m/s)			**.012 (0.12)**	**.003 (0.16)**	.75 (0.002)
Live group	1.21 ± 0.30*	1.35 ± 0.30			
Recorded group	1.47 ± 0.40*	1.58 ± 0.30			
Five-repetition sit-to-stand (s)			**<.001 (0.59)**	.54 (0.007)	**.047 (0.07)**
Live group	11.7 ± 3.8	8.1 ± 2.3			
Recorded group	10.6 ± 2.4	8.4 ± 2.5			
Ten-repetition sit-to-stand (s)			**<.001 (0.59)**	.54 (0.007)	**.047 (0.07)**
Live group	23.9 ± 7.9	16.3 ± 5.0			
Recorded group	22.5 ± 5.1	18.2 ± 5.6			
SPPB score (×/12)			.16 (0.03)	**.001 (0.14)**	.12 (0.03)
Live group	11.0 ± 1.4*	11.6 ± 0.6			
Recorded group	10.1 ± 1.6*	10.0 ± 2.6			
Physical Performance					
BMI (kg/m2)			.93 (0.17)	.76 (0.11)	.93 (0.17)
Live group	26.3 ± 3.9	26.2 ± 4.0			
Recorded group	27.5 ± 5.5	27.3 ± 3.3			
Muscle power (W)			**.01 (0.12)**	.25 (0.02)	***.073 (0.062)***
Live group	35.9 ± 11.0	57.3 ± 42.8			
Recorded group	38.1 ± 13.6	42.1 ± 23.9			
Muscle endurance (30 sec chair test, *n*)			**<.001 (0.53)**	.61 (0.005)	.17 (0.03)
Live group	15.3 ± 4.5	20.3 ± 4.8			
Recorded group	15.5 ± 3.3	18.9 ± 5.3			

Notes: Data are presented as mean ± *SD*; $p \leq .05$ =significant;

* = significant differences between groups using independent *t* test. Time, group, and time × group effects = 2 × 2 ANOVA repeated measures. Clinical significance = effect size (small effect: η2p = 0.01; medium effect: η2p = 0.06; large effect: η2p = 0.14). BW = body weight; BMI = body mass index; SPPB = short physical performance battery; *SD* = standard deviation; bold and italic = tendency; bold = significant. Muscle power was estimated through the Takaï equation using the 10-repetition sit-to-stand test (31): $P = \frac{(L-A)\times BM\times g\times 10}{T}$.

self-directed and individual nature of this intervention may help strengthen feelings of self-efficacy, a powerful predictor of PA adherence (46). In addition, giving older adults control over the pace of the intervention may also contribute to motivation (46).

Moreover, our results show that both of the remote exercise interventions significantly and clinically improved walking speed (clinical threshold: +0.10 m/s; Delta change: IG: +0.15 m/s; RG: +0.17 m/ s). More specifically, both groups went from at-risk to safe/good walking speed (IG = pre: 0.86 to post: 1.01 m/s ; RG = pre: 0.95 to post: 1.13 m/s), which is associated with reduced health risks and mortality in older adults (47).

In addition, we also observed beneficial effects on muscle endurance in both groups. As muscle endurance is recognized to predict the risk of falls in older adults (48), both of our remote interventions could help reduce these falls, which occur in 50% of older adults aged over 80.

Physical health improvements were also observed in functional capacities. More specifically, a meaningful clinical change was observed in the total SPPB score (range: from 0.4 to 1.5 points) in the IG only (SPPB delta change: IG = +0.6 point; RG = −0.1 point (29)). This meaningful clinical change in the SPPB is important as it has been shown to reduce the risk of adverse health outcomes (49). Other studies also report that older adults taking part in exercise programs improved health-related fitness, which reduced the use of health care services (50).

Moreover, quality of life (perceived health) significantly improved in the IG only (EQ-5D [delta change]: IG = +4% vs. RG= +1.5% ; $p = .016$). It is well-known that quality of life can predict the risk of all-cause mortality and hospitalization in older adults (51). In a pandemic period, reducing hospitalizations can be important to reduce pressure on the health care system. In addition, mood tended to deteriorate significantly more in the RG than in the IG (mood [delta change]: RG = +33% vs IG = −6%; time × group effect: $p = .06$). This result suggests that the live-interactive modality may be recommended as the first choice of remote exercise intervention because it could help prevent depression and ultimately the risk of mortality (52). Furthermore, even if the study was conducted remotely during the first lockdown of the COVID-19 pandemic, the feeling of loneliness remained stable in both groups. This result could be considered a positive impact as it has been argued that social isolation during the COVID-19 lockdown increased loneliness (22), which raises the rate of depression, suicide, or mental-health mortality (53). This result

Downloaded from https://academic.oup.com/biomedgerontology/advance-article/doi/10.1093/gerona/glac127/6604353 by guest on 23 August 2022

Table 4. Effect of the Intervention on Subjective Health

			2 × 2 ANOVA Repeated Measures		
			Time	Group	Time × Group
Variables	Pre	Post	*p* Value (η2p)	*p* Value (η2p)	*p* Value (η2p)
PA motivation (×/100)			**.014 (0.117)**	**.044 (0.08)**	.32 (0.02)
Live group	68.1 ± 10.0*	71.4 ± 14.2			
Recorded group	60.6 ± 9.3*	68.1 ± 13.4			
Psychologicaldistress(×/50)			.20 (0.034)	.98 (0.001)	.36 (0.017)
Live group	16.9 ± 5.8	14.9 ± 5.8			
Recorded group	16.1 ± 6.3	15.7 ± 5.4			
Loneliness (×/9)			.89 (0.001)	.13 **(0.074)**	.89 (0.001)
Live group	7.1 ± 1.5	7.1 ± 1.7			
Recorded group	7.6 ± 1.7	7.7 ± 1.8			
Mood (×/35)			**.002 (0.151)**	**.019 (0.094)**	***.066 (0.059)***
Live group	17.3 ± 2.5	16.3 ± 2.5			
Recorded group	16.8 ± 2.3	12.6 ± 7.4			
Quality of life (×/25)			***.054 (0.064)***	**.024 (0.086)**	.66 (0.003)
Live group	5.3 ± 1.9*	6.1 ± 2.3			
Recorded group	6.2 ± 1.7*	6.8 ± 1.4			
Perceived health (×/100)			**.008 (0.138)**	**.072 (0.066)**	.91 (0.002)
Live group	87.2 ± 8.7	91.2 ± 6.1			
Recorded group	82.8 ± 13.0	84.1 ± 9.5			
PA habits (RAPA: ×/10)			.62 (0.004)	.75 (0.002)	**.033 (0.068)**
Live group	4.5 ± 2.0	5.7 ± 2.6			
Recorded group	5.6 ± 3.3	4.9 ± 2.5			

Notes: Data are presented as mean ± *SD*; $p \leq .05$ =significant;

* = significant differences between groups using independent *t* test. Time, group, and time × group effects = 2 × 2 ANOVA repeated measures. Clinical significance = effect size (small effect: η2p = 0.01; medium effect: η2p = 0.06; large effect: η2p = 0.14); PA = physical activity; RAPA = Rapid Assessment of Physical Activity; *SD* = standard deviation.

could be explained by the modality of our remote interventions (live, interactive, and group) and the follow-up phone calls done every 3 weeks for each participant (54). Our results are important as quality of life and depression are known to deteriorate in older adults during social isolation and/or pandemics like COVID-19 (55).

Overall, it appears that during a lockdown period, an interactive and live remote exercise modality leads to greater improvements in physical and mental health than a remote recorded exercise modality and helps increase the quality of life. Nevertheless, the remote recorded exercise modality requires fewer human resources and also leads to physical and mental health improvements.

In addition, the improvements following these two remote web-based PA interventions were similar to those obtained in other studies carried out in laboratory settings (14). This point is very important as these 2 remote interventions can be performed anywhere (no specific infrastructure needed), anytime (even during extreme hot or cold weather) and involve all older adults (even those living in urban or rural areas or who have limited transportation). In addition, these 2 remote exercise modalities are less expensive than on-site physical training. Finally, from a public health perspective, the interactive exercise modality may be preferred as the drop-out rate was lower than the recorded modality. This lower drop-out rate suggests that this type of intervention (fully interactive and live using Zoom) could help older adults integrate PA habits into their lifestyle. This aspect is significant as more than 50% of older adults are inactive and sedentary, even though it is recognized that exercise helps preserve health.

Nonetheless, our study presents some limitations. The relatively small sample size (post-intervention: $n = 56$) and the exploratory design may reduce our capacity to detect small differences between groups. Due to our design and per-protocol analysis, the adherence rate reported includes only participants who completed the two assessment sessions (pre and post-intervention). Thus, the adherence observed in this study limits our public health recommendations, even if the adherence rate was slightly higher in the live-interactive modality. Moreover, study participants were fairly educated, healthy, and were already using some technologies on a daily basis. Thus, our findings cannot be generalized to the population as 40% of older adults did not have access or the skills to use technology before the COVID-19 pandemic. However, a recent study has shown that remote exercise programs are feasible and acceptable to prevent loss of mobility in pre-disabled older adults during the COVID-19 pandemic, thus supporting the importance of our study (56). It is important to highlight that the health professionals who performed the assessments (assessors) were not the same as those (certified exercise instructors) who trained the participants during the intervention. It is crucial to note that our experimental design included a follow-up phone call every 3 weeks, which did not allow us to keep the assessors blind to the group allocation. Nevertheless, even if the assessors and instructors were not blinded, they were unaware of the primary aim of the study. Furthermore, even if there were significant differences in our data for fast-walking speed, total SPPB score, quality of life, and motivation to practice PA at baseline, these differences were not clinically significant as both groups had the same functional capacity levels (SPPB score >10 and fast-walking speed > 1.2 m.s), quality of life (score > 60/100; good quality of life) and motivation to practice PA (score > 5/7; good motivation).

Downloaded from https://academic.oup.com/biomedgerontology/advance-article/doi/10.1093/gerona/glac127/6604353 by guest on 23 August 2022

Finally, the unexpected absence of between-group differences regarding loneliness and isolation could be due to the follow-up phone call in both groups (every 3 weeks). Therefore, additional double-blind randomized control trials are needed to generalize our results.

This study also has some strengths, such as the same number and type of exercises in both remote interventions, the use of standardized and implementable exercise interventions, and the use of validated measures, which allowed the generalization and adequate comparison of the exercise interventions.

In conclusion, our study provides evidence that recorded or live-interactive web-based PA interventions are innovative, feasible, acceptable, and safe modalities for community-dwelling older adults during isolated periods such as the COVID-19 pandemic lockdown. However, it is important to keep in mind that adherence was slightly higher, and the drop-out rate was lower in the live-interactive group. These results suggest that remote live-interactive group interventions should be favored over the recorded modality. However, recorded sessions may be appropriate for participants who cannot temporarily follow online and IG sessions (eg, constrained hours, loss of internet connection, or insufficient internet bandwidth). In addition, exercise physiologists (trainers and researchers) using the recorded exercise modality must keep in mind that a closer follow-up should be carried out to reduce or at least try to attenuate the dropout rate.

Overall, the use of web technology to deliver PA interventions is not only feasible and acceptable but also seems effective to mitigate the impact of lockdown periods by maintaining mental health, improving physical health (functional capacities and physical performance), and quality of life. Nevertheless, further studies are needed to determine the best dose of interactive/recorded sessions in order to implement the most efficient intervention at a larger scale in at-risk populations.

Supplementary Material

Supplementary data are available at *The Journals of Gerontology, Series A: Biological Sciences and Medical Sciences* online.

Funding

This work was support by operational funds from M.A.-L. (UQAM-FRQS). The study's website (www.trainingrecommend.com) was supported by a grant from the Centre de recherche de l'Institut universitaire de gériatrie de Montréal (CRIUGM-Programme appui).

M.A.-L. (senior salary award), T.T.D.-V. (junior 2 salary award), and F.B. (postdoctoral fellowship) are supported by the Fond de recherche du Québec en Santé (FRQS). F.B. (postdoctoral fellowship) is also supported by the Canadian Institutes of Health Research (CIHR). J.G. and E.P. are supported by the Centre de recherche de l'Institut universitaire de gériatrie de Montréal (CRIUGM-AGEWELL scholarship).

Conflict of Interest

None declared.

Acknowledgments

Authors would like to thank all the trainees and research assistants who toke part to the study. We would like also to thank Neuromotrix teams (kinesiolo-gists specialized in gerontology or motor disorders) who supervised all the live exercise sessions and recorded all the training sessions. Finally, we would like to thank all the older adults who participated in this study.

Author Contributions

M.A.-L. designed and directed the project and supervised all the steps of this article. J.G. recruited, performed the measurements, analysis the data and wrote the first draft of the manuscript. E.P., F.R., F.B., and L.B.A. performed the measurements and revised the manuscript. B.P., T.T.D.-V., J.-P.G., and M.-J.S. contributed to the design and methods of the research and revised the manuscript. All authors agreed to the final version of the manuscript.

References

1. Lee IM, et al. Impact of physical inactivity on the world's major non-communicable diseases. *Lancet*. 2012;380(9838):219–229. doi:10.1016/ S0140-6736(12)61031-9
2. Thompson WR. *WHO Study Reinforces Worldwide Pandemic of Physical Inactivity*. American College of Sports Medicine; 2018.
3. Meyer J, et al. Joint prevalence of physical activity and sitting time during COVID-19 among US adults in April 2020. *Prev Med Rep.* 2020;20:101256. doi:10.1016/j.pmedr.2020.101256
4. Chambonniere C, Lambert C, Tardieu M, et al. Physical activity and seden-tary behavior of elderly populations during confinement: results from the FRENCH COVID-19 ONAPS survey. *Exp Aging Res.* 2021;47(5):401– 413. doi:10.1080/0361073X.2021.1908750
5. Lesser IA, Nienhuis CP. The impact of COVID-19 on physical activity behavior and well-being of canadians. *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17(1):3899. doi:10.3390/ijerph17113899
6. Carriedo A, et al. COVID-19, psychological well-being and physical ac-tivity levels in older adults during the nationwide lockdown in Spain. *Am J Geriatr Psychiatry.* 2020;28(11):1146–1155. doi:10.1016/j. jagp.2020.08.007
7. Cunningham CO, Sullivan R, Caserotti P, et al. Consequences of physical inactivity in older adults: a systematic review of reviews and meta-analyses. *Scand J Med Sci Sports.* 2020;30:816– 827. doi:10.1111/sms.13616
8. Aubertin-Leheudre M, Rolland Y. The importance of physical activity to care for frail older adults during the COVID-19 pandemic. *J Am Med Dir Assoc.* 2020;21(7):973–976. doi:10.1016/j.jamda.2020.04.022
9. Davidson J, Schimmele C. *Evolving Internet Use Among Canadian Seniors*. 2019. Statistics Canada—Catalogue no. 11F0019M, no. 427. https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/11f0019m/11f0019m2019015-eng. htm
10. Ballin M, et al. Web-based exercise versus supervised exercise for decreasing visceral adipose tissue in older adults with central obesity: a randomized controlled trial. *BMC Geriatr.* 2020;20(1):173. doi:10.1186/ s12877-020-01577-w
11. Pischke CR, et al. Web-based versus print-based physical activity inter-vention for community-dwelling older adults: crossover randomized trial. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2022;10(3):e32212. doi:10.2196/32212
12. Wijsman CA, et al. Effects of a web-based intervention on physical ac-tivity and metabolism in older adults: randomized controlled trial. *J Med Internet Res.* 2013;15(11):e233. doi:10.2196/jmir.2843
13. Benavent-Caballer V, et al. The effectiveness of a video-supported group-based Otago exercise programme on physical performance in community-dwelling older adults: a preliminary study. *Physiotherapy*. 2016;102(3):280–286. doi:10.1016/j.physio.2015.08.002
14. Geraedts H, et al. Effects of remote feedback in home-based physical activity interventions for older adults: a systematic review. *Patient Educ Couns.* 2013;91(1):14–24. doi:10.1016/j.pec.2012.10.018
15. Mace RA, et al. Live video adaptations to a mind-body activity program for chronic pain and cognitive decline: protocol for the virtual active brains study. *JMIR Res Protoc*. 2021;10(1):e25351. doi:10.2196/25351
16. Schwartz H, et al. Staying physically active during the COVID-19 quaran-tine: exploring the feasibility of live, online, group training sessions among older adults. *Transl Behav Med*. 2021;11(2):314–322. doi:10.1093/tbm/
17. Ratamess NA, et al. Self-selected resistance training intensity in healthy women: the influence of a personal trainer. *J Strength Cond Res.* 2008;22(1):103–111. doi:10.1519/JSC.0b013e31815f29cc
18. Hong J, Kong HJ, Yoon HJ. Web-based telepresence exercise program for community-dwelling elderly women with a high risk of falling: random-ized controlled trial. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2018;6(5):e132. doi:10.2196/ mhealth.9563
19. Hong J, et al. Effects of home-based tele-exercise on sarcopenia among community-dwelling elderly adults: body composition and func-tional fitness. *Exp Gerontol.* 2017;87(Pt A):33–39. doi:10.1016/j. exger.2016.11.002
20. Chang SH, et al. Effectiveness of facebook remote live-streaming-guided exercise for improving the functional fitness of community-dwelling older adults. *Front Med (Lausanne)*. 2021;8:734812. doi:10.3389/ fmed.2021.734812

21. Kim H, et al. Self-management of chronic diseases among older Korean adults: an mHealth training, protocol, and feasibility study. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2018;6(6):e147. doi:10.2196/mhealth.9988
22. Topolski TD, et al. The Rapid Assessment of Physical Activity (RAPA) among older adults. *Prev Chronic Dis.* 2006;3(4):A118–A118. http://www.cdc.gov/pcd/issues/2006/oct/06_0001.htm
23. Ensrud KE, et al. Frailty and risk of falls, fracture, and mortality in older women: the study of osteoporotic fractures. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2007;62(7):744–751. doi:10.1093/gerona/62.7.744
24. Roccaforte WH, et al. Validation of a telephone version of the mini-mental state examination. *J Am Geriatr Soc.* 1992;40(7):697–702. doi:10.1111/j.1532-5415.1992.tb01962.x
25. Peyrusqué E, Kergoat M-J, Bolduc A, et al. Maintenance of Autonomy Through exerCise in Hospital Setting (Sun *et al.*): A Feasibility Study. Journal of the American Medical Directors Association, Volume 22, Issue 4, 873–875.
26. Martel D, et al. 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. *Exp Gerontol.* 2018;108:41–47. doi:10.1016/j.exger.2018.03.016
27. Robertson R, et al. Concurrent validation of the OMNI perceived exer-tion scale for resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35:333–341. doi:10.1249/01.MSS.0000048831.15016.2A
28. Guralnik JM, Simonsick EM, Ferrucci L, et al. A short physical per-formance battery assessing lower extremity function: association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home ad-mission. *J Gerontol.* 1994;49(2):M85–M94. doi:10.1093/geronj/49.2.m85
29. Springer BA, et al. Normative values for the unipedal stance test with eyes open and closed. *J Geriatr Phys Ther.* 2007;30(1):8–15. doi:10.1519/00139143-200704000-00003
30. Takai Y, et al. Sit-to-stand test to evaluate knee extensor muscle size and strength in the elderly: a novel approach. *J Physiol Anthropol.* 2009;28(3):123–128. doi:10.2114/jpa2.28.123
31. Jones CJ, Rikli RE, Beam WC. A 30-s chair-stand test as a measure of lower body strength in community-residing older adults. *Res Q Exerc Sport.* 1999;70(2):113–119. doi:10.1080/02701367.1999.10608028
32. Kessler RC, et al. Short screening scales to monitor population prevalences and trends in non-specific psychological distress. *Psychol Med.* 2002;32(6):959–976. doi:10.1017/s0033291702006074
33. Russell DW. UCLA Loneliness Scale (Version 3): reliability, validity, and factor structure. *J Pers Assess.* 1996;66(1):20–40. doi:10.1207/s15327752jpa6601_2
34. Brooks SK, et al. The psychological impact of quarantine and how to reduce it: rapid review of the evidence. *Lancet (London, England)*. 2020;395(10227):912–920. doi:10.1016/S0140-6736(20)30460-8
35. Balestroni G, Bertolotti G. EuroQol-5D (EQ-5D): an instrument for measuring quality of life. *Monaldi Arch Chest Dis.* 2012;78(3):155–159. doi:10.4081/monaldi.2012.121
36. Boiché J, et al. Development and validation of the "Echelle de Motivation envers l'Activité physique en contexte de Santé" (EMAPS): a motivation scale toward health-oriented physical activity in French. *J Health Psychol.* 2019;24:386–399. doi:10.1177/1359105316676626
37. Arnow B, Kenardy J, Agras WS. The emotional eating scale: the de-velopment of a measure to assess coping with negative affect by eating. *Int J Eat Disord.* 1995;18(1):79–90. doi:10.1002/1098-108x (199507)18:1<79::aid-eat2260180109>3.0.co;2-v
38. Morin CM, Belleville G, Bélanger L, Ivers H. The Insomnia Severity Index: psychometric indicators to detect insomnia cases and evaluate treatment response. *Sleep*. 2011;34(5):601–608. doi:10.1093/sleep/34.5.601
39. Peyrusqué E, Granet J, Pageaux B, et al. Assessing physical perform-ance in older adults during isolation or lockdown periods: web-based video conferencing as a solution. *J Nutr Health Aging* 26:52–56 (2022). doi:10.1007/s12603-021-1699-y
40. Cohen J. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. L. Erlbaum Associates; 1988. doi: 10.4324/9780203771587.
41. Devereux-Fitzgerald A, et al. The acceptability of physical activity inter-ventions to older adults: a systematic review and meta-synthesis. *Soc Sci Med.* 2016;158:14–23. doi:10.1016/j.socscimed.2016.04.006
42. Allender S, Cowburn G, Foster C. Understanding participation in sport and physical activity among children and adults: a review of qualitative studies. *Health Educ Res.* 2006;21:826–835. doi:10.1093/her/cyl063
43. Wichmann F, et al. Requirements for (web-based) physical activity interventions targeting adults above the age of 65 years—qualita-tive results regarding acceptance and needs of participants and non-participants. *BMC Public Health*. 2020;20(1):907–907. doi:10.1186/ s12889-020-08927-8
44. Howlett N, et al. Are physical activity interventions for healthy inactive adults effective in promoting behavior change and maintenance, and which behavior change techniques are effective? A systematic review and meta-analysis. *Transl Behav Med.* 2019;9(1):147–157. doi:10.1093/tbm/iby010
45. Phillips EM, Schneider JC, Mercer GR. Motivating elders to initiate and maintain exercise. *Arch Phys Med Rehabil*. 2004;85(7 suppl 3):S52–S57; quiz S58–S59. doi: 10.1139/apnm-2015-0550.
46. Abellan van Kan G, et al. Gait speed at usual pace as a predictor of ad-verse outcomes in community-dwelling older people an International Academy on Nutrition and Aging (IANA) Task Force. *J Nutr Health Aging.* 2009;13(10):881–889. doi:10.1007/s12603-009-0246-z
47. Stel VS, et al. Consequences of falling in older men and women and risk factors for health service use and functional decline. *Age Ageing.* 2004;33(1):58–65. doi:10.1093/ageing/afh028
48. Vasunilashorn S, et al. Use of the short physical performance battery score to predict loss of ability to walk 400 meters: analysis from the InCHIANTI study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2009;64(2):223–229. doi:10.1093/ gerona/gln022
49. Sari N. Exercise, physical activity and healthcare utilization: a review of literature for older adults. *Maturitas*. 2011;70(3):285–289. doi:10.1016/j.maturitas.2011.08.004
50. Cavrini G, et al. EQ-5D as a predictor of mortality and hospitalization in elderly people. *Qual Life Res.* 2012;21(2):269–280. doi:10.1007/ s11136-011-9937-0
51. Tseng T-J, et al. Association between health behaviors and mood dis-orders among the elderly: a community-based cohort study. *BMC Geriatr.* 2019;19(1):60. doi:10.1186/s12877-019-1079-1
52. KillGore WDS, et al. Loneliness: a signature mental health concern in the era of COVID-19. *Psychiatry Res.* 2020;290:113117. doi:10.1016/j.psychres.2020.113117
53. Steptoe A, et al. Social isolation, loneliness, and all-cause mortality in older men and women. *Proc Natl Acad Sci USA.* 2013;110(15):5797. doi:10.1073/pnas.1219686110
54. Lewis E, Samperi S, Boyd-Skinner C. Telephone follow-up calls for older patients after hospital discharge. *Age Ageing.* 2017;46(4):544–546. doi:10.1093/ageing/afw251
55. Niu S, et al. Clinical characteristics of older patients infected with COVID-19: a descriptive study. *Arch Gerontol Geriatr.* 2020;89:104058. doi:10.1016/j.archger.2020.104058
56. Buckinx F, et al. Feasibility and acceptability of remote physical exercise programs to prevent mobility loss in pre-disabled older adults during iso-lation periods such as the COVID-19 pandemic. *J Nutr Health Aging.* 2021;25(9):1106–1111. doi:10.1007/s12603-021-1688-1

4.2 Article 2 - *Online physical activity intervention in older adults during lockdown: Can we improve the recipe?*

Titre

Intervention en activité physique à distance des ainés : peut-on améliorer la recette ?

Auteurs

Granet Jordan, Peyrusqué Eva, Ruiz Fabien, Buckinx Fanny, Ben Abdelkader Lilia, Dang-Vu Thien Thanh, Sirois Marie-José, Gouin Jean-Philippe, Pageaux Benjamin et Aubertin-Leheudre Mylène.

Résumé :

Cadre théorique : Les interventions d'exercice physique (EP) enregistrées et en direct en ligne sont connues pour leurs effets bénéfiques sur la santé. Cependant, les effets en fonction du nombre de sessions en direct ou enregistrées restent flous.

Objectifs : Cette étude vise à étudier la faisabilité, l'acceptabilité et explorer l'efficacité de deux interventions combinées (directe et enregistrée) d'activité physique (AP) en ligne sur les paramètres de santé de personnes âgées pendant le 2e confinement lié à la pandémie de COVID-19.

Méthodes : Essai interventionnel randomisé. Quarante-six adultes âgés de 60 ans et plus, inactifs et vivant dans la communauté ont été recrutés et randomisés dans 2 interventions web de 12 semaines ayant des ratios de sessions vidéo et interactive différents: 1) sessions interactive/vidéo/interactive (IVI; n=22) *vs.* 2) sessions vidéo/interactive/vidéo (VIV ; n=24).

Résultats : Les taux d'abandon différaient légèrement cliniquement (IVI:14 % vs. VIV:29 %; p=0,20) alors que l'adhérence était similaire (> 85 %) entre les groupes. Les deux groupes ont rapporté des niveaux similaires de satisfaction (> 70 %), de plaisir (> 75 %), d'effort perçu (> 60 %) et ont amélioré significativement leur santé physique. Néanmoins, le groupe IVI a montré de plus grandes améliorations de la puissance musculaire (IVI : +35±16 % *vs.* VIV : +7±13%; p=0,010) et de d'endurance musculaire (IVI : +35±15 *vs.* VIV : +27±26; p<0,001) que le groupe VIV.

Conclusion : Nos résultats montrent que le ratio IVI semble plus adéquat à prescrire en raison de son taux d'abandon plus faible et de son effet plus important sur la fonction musculaire (puissance et endurance).

Journal

Aging Clinical and Experimental Research.

Aging Clinical and Experimental Research
https://doi.org/10.1007/s40520-022-02329-z

ORIGINAL ARTICLE

Online physical exercise intervention in older adults during lockdown: Can we improve the recipe?

J. Granet[1,2] · E. Peyrusqué[1,2] · F. Ruiz[1,2] · F. Buckinx[1,2] · L. Ben Abdelkader[1,2] · TT. Dang-Vu[2,3] · MJ. Sirois[4] · JP. Gouin[2,5] · B. Pageaux[2,6] · M. Aubertin-Leheudre[1,2]

Received: 22 September 2022 / Accepted: 16 December 2022
© The Author(s), under exclusive licence to Springer Nature Switzerland AG 2023

Abstract

Background Recorded and live online physical exercise (PE) interventions are known to provide health benefits. However, the effects of prioritizing the number of live or recorded sessions remain unclear.

Aims To explore which recorded-live sessions ratio leads to the best implementation and benefits in older adults. **Methods** Forty- six community-dwelling adults (> 60y.o.) were randomized into two groups completing a 12-week online PE intervention. Each group had a different ratio of live-recorded online sessions as follows: Live-Recorded-Live sessions (IVI; $n = 22$) *vs.* Recorded-Live-Recorded sessions (VIV; $n = 24$).

Results Drop-out rates did not reach significance (IVI:14% *vs.* VIV: 29%, $p = 0.20$), and adherence was similar (> 85%) between groups. Both groups reported similar levels of satisfaction (> 70%), enjoyment (> 75%), and perceived exertion (> 60%). Both groups increased physical health and functional capacities, with greater improvements in muscle power (IVI: IVI: + 35 ± 16.1% *vs*. VIV: + 7 ± 13.9%; $p = 0.010$) and endurance (IVI: + 34.7 ± 15.4 *vs*. VIV: + 27.0 ± 26.5, $p < 0.001$) in the IVI group.

Discussion Both online PE intervention modalities were adapted to the participants' capacities and led to a high level of enjoyment and retention. The greater physical improvements observed in the IVI group are likely due to the higher presence of the instructor compared to the VIV group. Indeed, participants received likely more feedback to appropriately adjust postures and movements, increasing the quality of the exercises.

Conclusion When creating online PE interventions containing both recorded and live sessions, priority should be given to maximizing the number of live sessions and not the number of recorded sessions.

Keywords Exercise · Gerontechnology · Muscle function · Aging

Introduction

A physically active lifestyle is essential for healthy aging. However, several external factors, such as lack of transportation, weather (i.e., heat waves), or pandemic restrictions, represent key barriers to physical exercise (PE) in older adults, which may lead to sedentary behavior (> 50%). However, online PE interventions, also referred to as web-based PE interventions or programs [1–3], have been used by health professionals to deliver PE programs, which may help older adults overcome these barriers. We recently observed that during the COVID-19 pandemic, a live, online, fully remote

✉\ M. Aubertin-Leheudre
\ aubertin-leheudre.mylene@uqam.ca

[1]\ Département des sciences de l'activité physique, Faculté des sciences, Université du Québec à Montréal (UQAM), Montréal, Québec, Canada
[2]\ Centre de recherche de l'Institut universitaire de gériatrie de Montréal (CRIUGM), Montréal, Québec, Canada
[3]\ Department of Health, Kinesiology and Applied Physiology, PERFFORM Centre and Center for Studies in Behavioral Neurobiology, Concordia University, Montréal, Québec, Canada
[4]\ Department of Physiotherapy, Laval University, Québec city, Québec, Canada
[5]\ Department of Psychology, Concordia University, Montréal, Québec, Canada
[6]\ Faculté de médecine, École de kinésiologie et des sciences de l'activité physique (EKSAP), Université de Montréal, Montréal, Québec, Canada

Published online: 13 January 2023

12-week intervention (3x/week on Zoom© with a certified exercise instructor (kinesiologist)) led to lower participant drop-out rates and greater health improvements in physical performance, functional capacities, quality of life, perceived health and level, compared to a pre-recorded, online, self-guided, fully remote 12-week intervention in older adults [3]. These results were in line with previous studies [4–6].

However, the use of a live, online, fully remote intervention presents some limitations, which could affect its scalability. In a real-life setting, the live intervention requires the presence of a kinesiologist at each session and is there-fore more expensive and logistically complex than a fully recorded intervention. Thus, to improve public health recommendations (and balance benefits and limitations), we investigated the use of a combined remote exercise modality that includes both live and recorded sessions to determine the ratio of each modality that would be most effective to improve health in older adults. Importantly, to the best of our knowledge, no previous study has investigated the feasibility, acceptability, and health benefits of implementing these combined modalities in older adults, especially during
a COVID-19 lockdown where the population was confined to their homes.

The main objective of this study was to investigate the feasibility and acceptability of two web-based PE interventions combining live and pre-recorded online sessions and their efficacy on health parameters in inactive but non-frail community-dwelling older adults. The secondary objective was to compare the efficacy of these two interventions on physical health. Based on our previous study [3], we hypothesized that both combined modalities would be feasible, acceptable, and effective to improve physical health. Furthermore, we also hypothesized that the modality with the higher ratio of live training sessions would lead to a lower drop-out rate and greater improvements in physical functioning than the intervention with the higher ratio of recorded training sessions, which is in line with previous studies [3–6].

Methods

Design

This 12-week community-based feasibility randomized interventional trial was approved by the Centre de Recherche de *l'Institut Universitaire de Gériatrie de Montréal* (CRI-UGM) ethics committee (CERVN 20–21-05), and all participants signed a consent form. Participants were screened remotely through a Zoom meeting and were included in the study if they: (a) were aged 60 years and over, (b) had an internet connection, a home digital device with a webcam and an e-mail address, (c) lived independently in the community, (d) were inactive (less than 7 500 steps per day and less than 150 min of exercise per week) based on the Rapid Assessment of Physical Activity questionnaire [7], (e) did not have a contraindication to practice PE, (f) did not use walking aids or were non-frail (based on the Study of Osteo-porotic Fractures questionnaire) [8], and (g) were not diagnosed with neurological, cardiovascular, lung, or cognitive diseases/disorders (according to the Telephonic-Mini Mental State Examination) [9]. Participants were recruited through CRIUGM's volunteer database between September and December 2020 (during the second COVID-19 lockdown).

Intervention and randomization

Face-to-face interventions were not possible in fall 2020 due to the second COVID-19 mandatory lockdown. To refine the exercise recommendation from our previous study performed during the first COVID-19 lockdown (for more detail see [3]), we implemented a 12-week intervention using online remote exercise sessions with a different combination of live and pre-recorded sessions. Given the uncertainty of the second lockdown duration in Quebec, participants were randomized using cluster method into: 1) a Live-Recorded-Live (IVI) group, in which participants had live exercise sessions with a kinesiologist on Mondays and Fridays on Zoom© and had a recorded session on Wednesdays on a dedicated website with an access code (www.trainingrecommend.com); or 2) a Recorded-Live-Recorded (VIV) group, where participants followed the same exercise sessions but with an inverse modality of delivery (recorded sessions on Mondays and Fridays and a Live session on Wednesdays) as presented in Fig. 1.

Briefly (for additional details see [3]), in order to ensure the safety of the online interventions, we created three difficulty levels (L1 = non-fit to L3 = fit) and stratified the randomization using a mobility decisional tree during the baseline assessment. Following randomization, participants followed three sessions per week (1 h/session) for 12 consecutive weeks. All training sessions were structured in three blocks of exercises designed to improve muscle function, cardiovascular capacity as well as flexibility. One session per week was predominantly focused on one of the three blocks of exercises. The intervention was identical to the intervention published in Granet et al. 2022 [3]. Full details of the intervention are available as a freely accessible supplementary material of the previously cited publication (https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9384240/bin/glac127_suppl_supplementary_material.pdf). Briefly, each session was divided into 3 phases: 1) low-intensity global warm-up using 8 different exercises for a 10-min duration;
2) core of the session for a duration of 45 min and dispatched in circuits of 3 to 5 min of exercise, followed by 30 to 60 s of rest. The core of the session changed every session of the week. The first session of the week focused on balance and

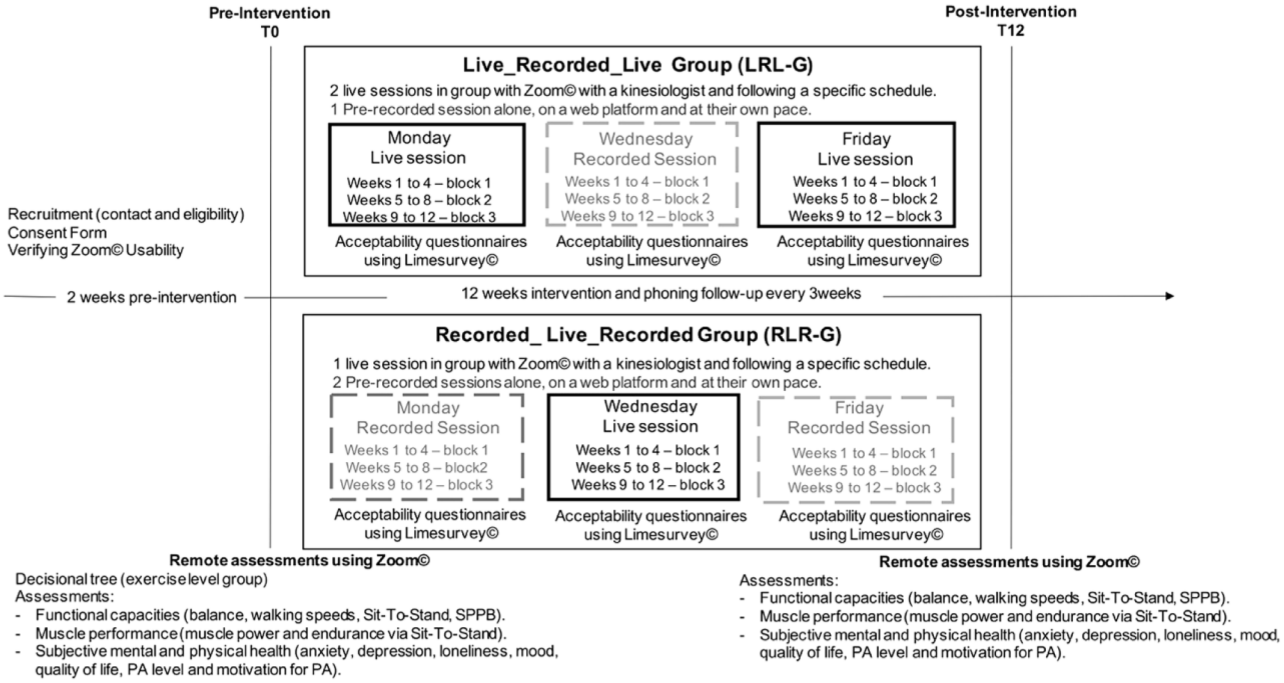


Fig. 1 Overview of the study

coordination. The second session focused on muscle function and cardiovascular capacity and the third session on flexibility (full details of each session are provided in [3]); 3) cool down and stretching period using 5 exercises focusing on the whole body for a duration of 5 min.

Additionally, all participants completed the same exercises and sessions, but the amplitude, position (sitting or standing), intensity, and number of repetitions were adapted during the live sessions according to their level and to allow an adequate progression. The intensity and difficulty of the sessions were adjusted every four weeks. Finally, all the training sessions were supervised by the same certified exercise instructor (certified kinesiologist).

Thus, among the participants recruited and randomized, two IVI groups (Group1 (L3): n = 14 [W: n = 10/ M: n = 4); Group 2 (L2): n = 8; (W: n = 7/ M: n = 1) and two VIV groups (Group1 (L3): n = 14 [W: n = 13/ M: n = 1); Group 2 (L2): n = 10; (W: n = 8/ M: n = 2) were trained.

Measures

Pre- and post-evaluations were conducted by the same assessor (certified kinesiologist), who was not involved in the intervention to limit bias.

Intervention feasibility and acceptability

We assessed feasibility using adherence to the intervention via the proportion of the 36 sessions attended. During the live sessions, adherence was noted by the kinesiologist, whereas for the recorded sessions, adherence was measured using the completion of an online questionnaire at the end of each session. As commonly recommended, participants were expected to complete 80% of the exercise sessions (29/36 sessions) for the study to be considered feasible [10]. Acceptability was also assessed throughout the intervention using five variables rated after each exercise training session via Limesurvey©. Participants rated the difficulty level of the proposed exercises, their overall satisfaction with the training session, perceived exertion, and enjoyment during the training session (for more detail see [3]). We also assessed the participants' technological ability using three questions assessing: (1) whether they considered themselves technology savvy or not; 2) the number of years that they have used technological tools; and 3) the type of technology they have used (tablet, desktop computer/ laptop, or smartphone).

Objective and subjective physical health measures

We briefly describe the tests and questionnaires used to assess functional capacities, physical performance, and physical health below (for more details see [3]).

A) Functional capacities

Short Physical Performance Battery (SPPB)

Based on the results of three tests, the SPPB score (x/12) is calculated using bipodal balance, 4-m walking speed [11], and the 5-repetition sit-to-stand test ranked from 0 to 4. This scale is recognized to assess lower extremity function and mobility in older adults [12].

Unipodal balance

With their arms by their sides, participants were asked to stand on one leg for a maximum of 60 s. Unipodal balance capacity is a predictor of fall risk [13].

Timed-up and go [14]

This test consisted in standing from a sitting position on a chair, walking a 3-m distance, turning around, and then sitting down again. The TUG was performed at normal and fast speeds. This measure is related to the risk of falls [15].

B) Physical performance

- *Muscle power*

Based on the time needed for the participant to perform 10 sit-to-stand repetitions, a power index was calculated using the validated Takaï equation *:* $P = \frac{(L-A)\times BM\times g\times 10}{T}$ [16], where P = power (watts); $L \equiv$ lower limb lenght (the distance from the greater trochanter of the femur to the lateral malleolus) (m); A = height of the chair (m); BM = body mass; g = acceleration due to gravity (9.8 $m\cdot s^{-2}$); 10 = number of repetitions; T = time to perform the test, respectively.

Muscle endurance

Participants performed as many sit-to-stand repetitions as they could in 30 s. This test is recognized as a valid indicator of lower body muscular endurance in community-dwelling older adults [17].

C) Anthropometrics

Body mass index (BMI)

Using self-reported body mass (kg) and height (m), BMI was calculated using the following equation: body mass (kg)/height^2 (m^2)].

D) Physical health questionnaires

Quality of life

Measured using the EQ-5D questionnaire [18].

Mental health

Psychological distress (anxiety and depression) was evaluated using the Kessler Psychological Distress Scale (K10) [19], while loneliness was evaluated with the UCLA-Loneliness Scale-3 (UCLA-3) questionnaires [20].

Motivation toward PE

The "Échelle de motivation envers l'activité physique en contexte de santé" questionnaire was used to assess motivation toward PE [EMAPS; [21]].

Statistical analyses

Data distributions were tested using the Shapiro–Wilk test. Baseline characteristics were summarized using descriptive statistics. Continuous variables were expressed by means ± standard deviation. Categorical variables were expressed in percentages. A Chi-squared test or Fisher test was used to compare the frequency of observations between groups.

Independent parametric t-tests were used to identify potential between-group differences at baseline (before the start of the intervention). Two-way repeated-measures ANOVA [factors time (pre, post) and group (IVI *vs.* VIV)] was used to test the effects of each intervention on physical health variables. When a main effect or interaction reached significance, Bonferroni post hoc tests were performed to adjust for multiple comparisons. Partial eta squared (η2p) were used to report effect sizes, where an η2p between 0.06 and 0.01 was considered to be a low effect, between 0.1 and 0.06 was considered a medium, and an η2p larger than 0.1 was considered a large effect size [22]. The percentage change from baseline ((pre-post/pre) × 100) was estimated to evaluate and compare the clinical significance of our interventions. All statistical analyses were performed using SPSS 27.0 (Chicago, IL, USA). The significance was set at $p \leq 0.05$ (two-tailed) for all analyses.

Results

A total of 46 participants were eligible and randomized into two groups: 1) IVI group: Pre: $n = 22$ (women: 18/men:
4) and Post: $n = 19$ (women: 15/men: 4). Three participants dropped out due to lack of interest ($n = 2$) or a medical issue

that was unrelated to the intervention (n = 1; unrelated to the program). 2) VIV group: Pre: n = 24 (women: 20/men: 4) and Post: n = 17 (women: 13/men: 4). Seven participants dropped out due to lack of interest (n = 3), a medical issue that was unrelated to the program (n = 3; unrelated to the program) or a move (n = 1).

Baseline participant characteristics were similar between groups (all $p \geq 0.05$): Participants were highly educated (% university level: IVI = 81% *vs*. VIV = 67%, p = 0.56), cognitively intact (T-MMSE (x/30): IVI = 25.2 ± 1.0 *vs*. VIV = 25.4 ± 1.1, p = 0.90), and functionally (walking speed (m/s): IVI = 0.93 ± 0.20 *vs*. VIV = 0.91 ± 0.20, p = 0.85; SPPB (x/12): IVI = 10.9 ± 1.1 *vs*. VIV = 10.7 ± 1.5, p = 0.72) and physically healthy (BMI (kg/m^2): IVI = 28.4 ± 3.9 *vs*. VIV = 27.5 ± 5.5, p = 0.82). The number of prescribed drugs (> 5; %): IVI = 0% *vs*. VIV = 9.5%, p = 0.15), percentage of women (% women: IVI = 81% *vs*. VIV = 81%, p = 1.00), and mean age (age (y): IVI = 71.0 ± 7.7 *vs*. VIV = 69.3 ± 3.5, p = 0.58) were also similar.

Intervention feasibility and acceptability

Among the 46 participants who took part in the intervention, 36 participants completed the study. Group difference in the dropout rate did not reach significance [14% IVI group [Pre: n = 22 (17 women/5 men) to Post: n = 19 (14 women/5 men)] *vs.* 29% VIV group [Pre: n = 24 (17 women/7 men) to Post: n = 17 (14 women/3 men); p = 0.20]. The reasons for dropping out were similar between groups and occurred throughout the intervention.

Adherence to the intervention was similar between groups [IVI 92% (min–max: 33–36) *vs*. VIV 85% (min–max:24–36); p = 0.32] among participants who completed the intervention. Moreover, the modality of the session did not influence adherence, which was similar between groups (Monday: IVI = 86% *vs*. VIV = 74%, p = 0.29; Wednesday: IVI = 73% *vs*. VIV = 77%, p = 0.66; Friday: IVI = 81% *vs*. VIV = 77%, p = 0.41).

Acceptability, satisfaction (satisfied or very satisfied (%): IVI = 71% *vs*. VIV = 74%, p = 0.52), enjoyment (enjoy or enjoy a lot (%): IVI = 89% *vs*. VIV = 79%, p = 0.38), perceived difficulty (easy or quite easy (%): IVI= 76% *vs*. VIV = 65%, p = 0.47), and perceived exertion (a little easy /a little difficult (%): IVI= 58/32% *vs*. VIV = 60/30%, p = 0.32/p = 0.37, respectively) were similar in both groups.

Additionally, satisfaction regarding the modality of the session (live *vs*. recorded) was slightly but not statistically different between groups (satisfied or very satisfied (%): Monday: IVI = 61% *vs*. VIV = 52%, p = 0.36; Wednesday IVI = 67% *vs*. VIV = 68%, p = 0.47; Friday: IVI = 75% *vs*. VIV = 50%, p = 0.26). Enjoyment was also slightly but not statistically different (enjoy or enjoy a lot (%): Monday: IVI = 93% *vs*. VIV = 77%, p = 0.45; Wednesday: IVI = 83% *vs*. VIV = 78%, p = 0.52; Friday: IVI = 95% *vs*. VIV = 84%, p = 0.40). The perceived difficulty was similar in both groups (easy or quite easy (%): Monday: IVI = 67% *vs*. VIV = 58%, p = 0.41; Wednesday: IVI = 60% *vs*. VIV = 50%, p = 0.35; Friday: IVI = 72% *vs*. VIV = 56%, p = 0.67).

Objective physical health effects of the intervention

The participants' pre- and post-intervention physical performance is presented in Table 1. A time effect was observed for normal walking speed (p = 0.005, $\eta 2p$ = 0.12), normal (p = 0.003, $\eta 2p$ = 0.25), and fast Timed-Up and Go (p = 0.007, $\eta 2p$ = 0.21), 5-repetition Sit-to-Stand test (p = 0.011, $\eta 2p$ = 0.19), muscle power (p = 0.02, $\eta 2p$ = 0.27), muscle endurance (p < 0.001, $\eta 2p$ = 0.37), and SPPB score (p = 0.012, $\eta 2p$ = 0.18). A time × group effect was found for the 5-repetition Sit-to-Stand test (p = 0.013, $\eta 2p$ = 0.18), muscle power (p = 0.006, $\eta 2p$ = 0.27), and muscle endurance (p < 0.001, $\eta 2p$ = 0.34), with the IVI group showing greater improvement than the VIV group.

In addition to greater statistical improvement, the IVI group also had a more clinically significant improvement for muscle power (minimal change expected > 10%: IVI: + 35 ± 16.1% *vs*. VIV: + 7 ± 13.9%, p = 0.010, d = 0.852), muscle endurance (minimal change expected > 7%: 30-s Sit-to-Stand (%): IVI: + 34.7 ± 15.4% *vs*. VIV: + 27.0 ± 26.5%, p < 0.001, d = 1.232), and 5-repetition Sit-to-Stand time (minimal change expected:– 2.3 s; 5-STS (sec): IVI:– 2.38 ± 1.1 s; VIV:– 0.1 ± 1.8 s; p = 0.007, d = – 1.003).

Subjective physical health effects of the intervention

Pre- and post-intervention subjective health parameters are presented in Table 1. No significant change was observed.

Discussion

The purpose of this study was to evaluate and compare the feasibility, acceptability, and health effects of two online exercise interventions, which included a different proportion of live and recorded sessions, in community-dwelling older adults. First, participants from both groups reported that it was "easy" to perform the sessions (IVI:76% *vs.* VIV: 65%). These results suggest that even if the intensity and the level of difficulty increased every three weeks during the 12-week intervention period, both combined remote exercise interventions were adapted to the participants' capacities.

Table 1 Effect of the intervention on physical characteristics, body composition, and subjective measures

Variables	Pre	Post	2 × 2 repeated-measures ANOVA		
			Time	Group	Time × Group
			p-value (η2p)	*p*-value (η2p)	*p*-value (η2p)
Anthropometric variables					
BMI (kg/m2)			0.115 (0.066)	0.875 (0.001)	0.323 (0.033)
Live-recorded-live group	28.4 ± 3.9	28.3 ± 4.0			
Recorded-live-recorded group	27.5 ± 5.5	27.3 ± 3.3			
Functional capacities					
Unipodal balance (X/60 s)			0.162 (0.078)	> 0.001 (0.229)	0.744 (0.03)
Live-recorded-live group	24.7 ± 22.4	28.2 ± 23.6			
Recorded-live-recorded group	23.9 ± 16.4	29.2 ± 20.5			
Normal walking speed (m/s)			0.050 (0.118)	0.467 (0.017)	0.447 (0.019)
Live-recorded-live group	0.93 ± 0.2	1.05 ± 0.2			
Recorded-live-recorded group	0.91 ± 0.2	0.95 ± 0.2			
Fast walking speed (m/s)			0.260 (0.0041)	0.347 (0.029)	0.079 (0.096)
Live-recorded-live group	1.38 ± 0.3	1.52 ± 0.3			
Recorded-live-recorded group	1.35 ± 0.3	1.38 ± 0.4			
Normal timed-up and go (s)	9.72 ± 2.0	8.95 ± 1.6	0.003 (0.250)	0.506 (0.014)	0.818 (0.002)
Live-recorded-live group	10.19 ± 2.0	9.31 ± 1.9			
Recorded-live-recorded group					
Fast timed-up and go (s)	7.13 ± 1.4	6.78 ± 1.1	0.007 (0.172)	0.453 (0.018)	0.255 (0.042)
Live-recorded-live group	7.73 ± 1.9	6.90 ± 1.3			
Recorded-live-recorded group					
5 -repetition sit-to-stand (s)			0.011 (0.193)	0.213 (0.005)	0.013 (0.183)
Live-recorded-live group	11.6 ± 3.1	9.2 ± 2.0*			
Recorded-live-recorded group	11.6 ± 2.1	11.5 ± 3.9			
SPPB SCORE (x/12)	10.9 ± 1.1	11.7 ± 0.6	0.012 (0.186)	0.238 (0.045)	0.152 (0.065)
Live-recorded-live group	10.7 ± 1.5	10.9 ± 1.4			
Recorded-live-recorded group					
Physical performance					
Muscle power (W)			0.002 (0.273)	0.591 (0.01)	0.006 (0.222)
Live-recorded-live group	35.4 ± 14.8	48.0 ± 18.9*			
Recorded-live-recorded group	37.1 ± 13.8	39.7 ± 14.0			
Muscle endurance (30 s chair test; *n*)			< 0.001 (0.331)	0.042 (0.127)	0.020 (0.269)
Live-recorded-live group	14.8 ± 4.2	19.41 ± 1.3*			
Recorded-live-recorded group	14.4 ± 3.0	18.8 ± 5.6			
Subjective health					
Motivation PE (x/100)			0.371 (0.031)	0.096 (0.103)	0.498 (0.018)
Live-recorded-live group	67.7 ± 10.2	66.7 ± 9.7			
Recorded-live-recorded group	62.2 ± 14.7	55.6 ± 25.6			
Psychological distress (x/50)	15.6 ± 5.3	17.9 ± 3.3	0.150 (0.070)	0.284 (0.046)	0.353 (0.035)
Live-recorded-live group	12.9 ± 5.5	17.7 ± 4.9			
Recorded-live-recorded group					
Loneliness (x/9)	6.4 ± 2.3	5.9 ± 2.1	0.110 (0.099)	0.268 (0.049)	0.362 (0.033)
Live-recorded-live group	7.6 ± 2.5	6.0 ± 2.1			
Recorded-live-recorded group					
Quality of life (x/25)			0.155 (0.073)	0.700 (0.006)	0.317 (0.037)
Live-recorded-live group	7.2 ± 1.3	7.4 ± 3.0			
Recorded-live-recorded group	6.5 ± 1.2	7.6 ± 2.7			

Data are presented as means, Mean ± SD. *Significant differences within the group using paired *t*-test. × 珙= Significant differences between groups at baseline using independent *t*-test. Time and time x group effects= 2 × 2 repeated-measures ANOVA. *BW* body weight. *BMI* body mass index. Partial eta square (*η2p*; small effect: *η2p* = 0.01; medium effect: *η2p* = 0.06; large effect: *η2p* = 0.14); SPPB = Short Physical Performance Battery; motivation was assessed via the EMAPS questionnaire; psychological distress was assessed via the Kessler Psychological Distress Scale (K10); loneliness was assessed via the UCLA-Loneliness Scale-3 questionnaire (UCLA-3); quality of life was assessed via the EQ-5D questionnaire

Furthermore, both groups reported that they were equally "satisfied" with the training program followed during the intervention (IVI:71% *vs*. VIV:74%). These results are relevant because the level of satisfaction is one of the main factors that enable older adults to participate and stay motivated in their practice of PE [23].

We also observed a high and similar level of enjoyment across modalities (IVI:89% *vs*. VIV:79%). This aspect is also important as enjoyment is another main reason for older adults to participate in PE and integrate it into their lifestyle habits [24]. Overall, participant perception is very important, especially in older adults, as exercise adherence is related to concordance with their needs and the level of enjoyment during practice [25]. Indeed, we showed a high adherence and acceptability, independent of the modality performed (IVI:92% *vs.* VIV:85%). Additionally, we observed that the live sessions had slightly higher adherence than the recorded sessions. However, the day of the week when the live or recorded sessions were performed did not seem to impact adherence. Nevertheless, it is important to note that the drop-out rate in the VIV group was higher than in the IVI group (VIV:29% *vs*.IVI:14%). On average, a drop-out rate around 20% is expected during a 12-week intervention in older adults [14]. One reason that could explain the difference in the dropout rate between both combined remote exercise interventions is the increased interaction due to session settings (group & live *vs.* alone & recorded). Indeed, it has been shown that PE interventions with group-based activities may reduce loneliness and social isolation by enhancing the feeling of connectedness [26, 27]. Also, group settings allow participants to interact more and more easily with other participants, which is a known factor for decreasing the feeling of loneliness and social isolation [28].

Moreover, we observed that both remote combined exercise interventions improved physical health significantly. However, regarding normal walking speed, only the IVI group showed clinical improvement (minimal change expected > 0.1 $m.s^{-1}$; delta change (m/sec) = IVI: + 0.13 *vs*. VIV: + 0.04). More specifically, the IVI group went from normal walking speed to good walking speed (IVI: pre:0.92 m/sec to post: 1.05 m/sec), which is associated with lower health risks and mortality in older adults [29]. In addition, the significant effects observed on muscle power and muscular endurance in both groups are important as these parameters are recognized to be the main predictors of fall risk in older adults [30]. In addition, it has been suggested that a substantial and meaningful clinical change on SPPB (range from 0.4 to 1.5 points; [12]) reduces the risk of adverse health outcomes [31]. Based on our findings on SPPB, our interventions should also be considered effective for improving functional capacities [12, 32]. However, only IVI was associated with a clinically significant change that can reduce the risk of adverse health outcomes (IVI: + 0.8 *vs.* VIV: + 0.2 point; [31]). Overall, our results are in line with other studies reporting that participation in exercise programs improves health-related fitness, reduces risky behaviors, and helps reduce the use of various health services [33]. However, the differences between the two groups are likely because, during live supervised sessions, the instructor provides instructions to correct participants' movements, thus improving the quality of the exercise performed. Furthermore, the participants' motivation, adherence, and engagement are potentiated by the presence of an instructor during in-person training sessions [34] which could have impacted the effectiveness of the intervention on health parameters. Consequently, as the IVI group has a higher ratio of live session with a kinesiologist than the VIV group, the previous arguments could justify the greater observed improvements in the IVI group.

Our subjective health results show that depression, loneliness, and quality of life remained stable in both groups in both interventions, even if the study was conducted during the second COVID-19 lockdown. This point is important as the COVID-19 pandemic has been shown to increase feelings of loneliness in older adults, which impacts physical and mental health [35]. As mentioned previously, these results could be explained by the modalities of our remote interventions (live, interactive, and group) but also by their design. We used follow-up phone calls every three weeks for each participant to ensure their safety and confirm their adherence, which could have positively impacted their feelings of depression or loneliness. Indeed, studies have shown that regular follow-up phone calls, provided by layperson callers, could impact feelings of loneliness and depression over a four-week period, but this has not been confirmed in the longer term in older adults [36]. A social desirability bias may have occurred as participants knew they were being assessed throughout the study.

Nonetheless, our study presents some limitations. First, due to our per-protocol analysis, we only reported results from participants who completed the pre- and post-intervention assessments. Moreover, individuals who participated in our study were fairly educated, healthy, and were already using some technological tools daily. Thus, our findings cannot be generalized to the population since 40% of older adults did not have access to these technologies before the COVID-19 pandemic and did not have the skills to use them. However, a recent study has shown that remote exercise programs are also feasible and acceptable to prevent loss of mobility in pre-disabled older adults during the COVID-19 pandemic [37]. In addition, kinesiologists who performed the assessments were not blinded to the intervention. However, they were not involved in the delivery or creation of the exercise intervention to limit this potential bias. Exercise kinesiologists were blinded to the objectives of the study. Moreover, due to the novelty of the question addressed and the circumstances (study conducted during the second COVID-19 lockdown), we did not perform a power calculation. Thus, our sample size may not have allowed us to observe superiority or inferiority between groups. Finally, the lack of follow-up data to assess whether both groups will maintain their PE levels after the end of the intervention is an additional limitation.

Nevertheless, this study also has some strengths, such as the same number and type of exercises in both interventions, the use of validated measures allowing us to adequately compare one intervention against the other, and the use of a reproducible tool to ensure the safety as well as the tailoring of the intervention to the participants. Additionally, this study suggests great opportunities for promoting healthy aging while providing and specifying the role of remote modalities. Indeed, these remote modalities could be used to fight against sedentary behaviors in multiple structures for the elderly such as geriatric centers and home care where movement is a vital issue and requires continuous encouragement [38]. Finally, future studies should explore the physiological mechanisms responsible for the improved physical performance and functional capacities, such as mitochondrial activity, neuromuscular junction, or metabolic inflammation which are known factors impacting the aging process [39, 40].

Conclusion

This study shows that online exercise interventions combining different types of session modalities are safe and can promote a physically active lifestyle in older adults. Both of these remote combined modalities could help fight against a sedentary/inactive lifestyle caused by lockdowns, extreme weather, or transportation difficulties, providing viable alternatives to full face-to-face training. These results offer insights regarding the different impacts of remote training as well as the optimal ratio for live or recorded training sessions**.** Indeed, our results show that the modality with the higher ratio of live training leads to greater improvements in muscle function as well as a lower drop-out rate. Overall, our findings are important to help health professionals offer the best modality for their patients according to their motivation but also their financial situation, schedule, or travel (lack of transportation; weather limitations, etc.) constraints.

Acknowledgements The authors would like to thank all the trainees and research assistants who took part in the study. Finally, we would like to thank all the older adults who participated in this study.

Author contributions MAL designed and led the project and supervised all the steps of this article. JG recruited, performed some assessments, analyzed the data, and wrote the manuscript. EP, FR, FB, and LBA performed some assessments and revised the manuscript. BP, TTDV, JPG, and MJS contributed to the design or methods of the research and revised the manuscript.

Funding This work was supported by operational funds from MAL (UQAM- FRQS). The study's website (www.trainingrecommend.com) was partly supported by a grant from the Centre de recherche de l'Institut Universitaire de Gériatrie de Montréal (CRIUGM COVID-19 grant support). MAL (senior salary award), TDV (senior salary award), BP (junior 1 salary award), and FB (post-doctoral fellowship) were supported by the Fonds de recherche du Québec en santé (FRQS). JPG was supported by a Canada Research Chair grant. FB received also a post-doctoral fellowship from the Canadian Institutes of Health Research (CIHR). JG, EP, and FR received a scholarship from Centre de recherche de l'Institut Universitaire de Gériatrie de Montréal (CRIUGM or CRIUGM-AGEWELL scholarship).

Data availability The datasets analyzed during the current study are available from the corresponding author on reasonable request.

Declarations

Conflict of interest The authors declare no conflict of interest.

Ethical approval This study was performed according to the principles of the Declaration of Helsinki. This study has been approved by the Ethics Committee of the Centre de recherche de l'Institut Universitaire de Gériatrie de Montréal (CRIUGM; CERVN 20–21-05).

Informed consent All participants signed a consent form.

References

\ 1.\ Ballin M, Hult A, Björk S, Lundberg E, Nordström P, Nord-ström A (2020) Web-based exercise versus supervised exer-cise for decreasing visceral adipose tissue in older adults with central obesity: a randomized controlled trial. BMC Geriatrics 20:173. https://doi.org/10.1186/s12877-020-01577-w

\ 2.\ Pischke CR, Voelcker-Rehage C, Ratz T, Peters M, Buck C, Meyer J, von Holdt K, Lippke S (2022) Web-based versus print-based physical activity intervention for community-dwelling older adults: crossover randomized trial. JMIR Mhealth Uhealth 10:e32212. https://doi.org/10.2196/32212

\ 3.\ Granet J, Peyrusqué E, Ruiz F, Buckinx F, Abdelkader LB, Dang-Vu TT, Sirois MJ, Gouin JP, Pageaux B, Aubertin-Leheudre M (2022) Web-based physical activity interventions are feasible and beneficial solutions to prevent physical and mental health declines in community-dwelling older adults during iso-lation periods. J Gerontol A Biol Sci Med Sci Jun 8:glac127. https://doi.org/10.1093/gerona/glac127

\ 4.\ Schwartz H, Har-Nir I, Wenhoda T, Halperin I (2021) Staying physically active during the COVID-19 quarantine: exploring the feasibility of live, online, group training sessions among older adults. Transl Behav Med 11:314–322. https://doi.org/10.1093/tbm/ibaa141

\ 5.\ Wichmann F, Pischke CR, Jürgens D et al (2020) Requirements for (web-based) physical activity interventions targeting adults above the age of 65 years - qualitative results regarding acceptance and needs of participants and non-participants. BMC Pub-lic Health 20:907. https://doi.org/10.1186/s12889-020-08927-8

\ 6.\ Franco MR, Tong A, Howard K, Sherrington C, Ferreira PH, Pinto RZ, Ferreira ML (2015) Older people's perspectives on participation in physical activity: a systematic review and thematic synthesis of qualitative literature. Br J Sports Med 49:1268–1276. https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-094015

\ 7.\ Topolski TD, LoGerfo J, Patrick DL, Williams B, Walwick J, Patrick MB (2006) The Rapid Assessment of Physical Activity (RAPA) among older adults. Prev Chronic Dis 3:A118

\ 8.\ Ensrud KE, Ewing SK, Taylor BC, Fink HA, Stone KL, Cauley JA, Tracy JK, Hochberg MC, Rodondi N, Cawthon PM; Study of Osteoporotic Fractures Research Group (2007) Frailty and risk of falls, fracture, and mortality in older women: the study of osteoporotic fractures. J Gerontol A Biol Sci Med Sci 62:744–751. https://doi.org/10.1093/gerona/62.7.744

\ 9.\ Newkirk LA, Kim JM, Thompson JM, Tinklenberg JR, Yesavage JA, Taylor JL (2004) Validation of a 26-point telephone version of the Mini-Mental State Examination. J Geriatr Psychiatry Neurol 17:81–87. https://doi.org/10.1177/0891988704264534

\10.\ Martel D, Lauzé M, Agnoux A, Fruteau de Laclos L et al (2018) 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. Exp Gerontol 108:41–47. https://doi.org/10.1016/j.exger.2018.03.016

\11.\ Peyrusqué E, Kergoat MJ, Bolduc A, Buckinx F, Law C, Veillette N, Fonseca R, Aubertin-Leheudre M (2021) Maintenance of Autonomy Through exercise in Hospital Setting (Sun *et al.*): a feasibility study. J Am Med Dir Assoc 22:873–875. https://doi.org/10.1016/j.jamda.2020.12.043

\12.\ Guralnik JM, Simonsick EM, Ferrucci L, Glynn R.J, Berkman LF. Blazer DG, Scherr PA, Wallace RB (1994) A short physical performance battery assessing lower extremity function: association with self- reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. J Gerontol 49:M85–M94. https://doi.org/10.1093/geronj/49.2.m85

\13.\ Springer BA, Marin R, Cyhan T, Roberts H, Gill NW (2007) Normative values for the unipedal stance test with eyes open and closed. J Geriatr Phys Ther 30:8–15. https://doi.org/10.1519/00139143-200704000-00003

14\.\ Unver B, Baris RH, Yuksel E, Cekmece S, Kalkan S, Karatosun V (2017) Reliability of 4-meter and 10-meter walk tests after lower extremity surgery. Disabil Rehabil 39:2572–2576. https://doi.org/ 10.1080/09638288.2016.1236153

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

16\.\ Takai Y, Ohta M, Akagi R, Kanehisa H, Kawakami Y, Fukunaga T (2009) Sit-to-stand test to evaluate knee extensor muscle size and strength in the elderly: a novel approach. J Physiol Anthropol 28:123–128. https://doi.org/10.2114/jpa2.28.123

17\.\ Jones CJ, Rikli RE, Beam WC (1999) A 30-s chair-stand test as a measure of lower body strength in community-residing older adults. Res Q Exerc Sport 70:113–119. https://doi.org/10.1080/02701367.1999.10608028

\18.\ Balestroni G, Bertolotti G (2012) L'EuroQol -5D (EQ-5D): uno strumento per la misura della qualità della vita [EuroQol-5D (EQ-5D): an instrument for measuring quality of life]. Monaldi Archives

for Chest Disease = Archivio Monaldi per le malattie del torace 78:155–159. https://doi.org/10.4081/monaldi.2012.121
\19.\ Kessler RC, Andrews G, Colpe LJ, Hiripi E, Mroczek DK, Normand SL, Walters EE, Zaslavsky AM (2002) Short screening scales to monitor population prevalences and trends in non-specific psychological distress. Psychol Med 32:959–976. https://doi. org/10.1017/s0033291702006074
\20.\ Russell DW (1996) UCLA Loneliness Scale (Version 3): reliability, validity, and factor structure. J Pers Assess 66:20–40. https://doi.org/10.1207/s15327752jpa6601_2
\21.\ Boiché J, Gourlan M, Trouilloud D, Sarrazin P (2019) Develop-ment and validation of the 'Echelle de Motivation envers l'Activité physique en contexte de Santé': a motivation scale towards health-oriented physical activity in French. J Health Psychol 24:386–396. https://doi.org/10.1177/1359105316676626
22\.\ Cohen J (2013) Statistical power analysis for the behavioral sciences. Routledge
23\.\ Devereux-Fitzgerald A, Powell R, Dewhurst A, French DP (2016) The acceptability of physical activity interventions to older adults: a systematic review and meta-synthesis. Soc Sci Med 158:14–23. https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2016.04.006
24\.\ Allender S, Cowburn G, Foster C (2006)Understanding participation in sport and physical activity among children and adults: a review of qualitative studies. Health Educ Res 21:826–835. https://doi.org/10.1093/her/cyl063
\25.\ Finch H (1997) Health Education, Physical activity "at our age": qualitative research among people over the age of 50. London: Health Education Authority
\26.\ Franke T, Sims-Gould J, Nettlefold L, Ottoni C, McKay HA (2021) "It makes me feel not so alone": features of the Choose to Move physical activity intervention that reduce loneliness in older adults. BMC Public Health 21:312. https://doi.org/10.1186/s12889-021-10363-1
\27.\ Beauchamp MR, Liu Y, Dunlop WL, Ruissen GR, Schmader T, Harden SM, Wolf SA, Puterman E, Sheel AW, Rhodes RE (2021) Psychological mediators of exercise adherence among older adults in a group-based randomized trial. Health Psychol 40:166–177. https://doi.org/10.1037/hea0001060
\28.\ Sebastião E, Mirda D (2021) Group-based physical activity as a means to reduce social isolation and loneliness among older adults. Aging Clin Exp Res 33:2003–2006. https://doi.org/10.1007/s40520-020-01722-w
29\.\ Abellan van Kan G, Rolland Y, Andrieu S, Bauer J, Beauchet O et al (2009) Gait speed at usual pace as a predictor of adverse out-comes in community-dwelling older people an International Acad-emy on Nutrition and Aging (IANA) Task Force. J Nutr Health Aging 13:881–889. https://doi.org/10.1007/s12603-009-0246-z
30\.\ Stel VS, Smit JH, Pluijm SM, Lips P (2004) Consequences of falling in older men and women and risk factors for health service use and functional decline. Age Ageing 33:58–65. https://doi.org/10.1093/ageing/afh028
31\.\ Vasunilashorn S, Coppin AK, Patel KV, Lauretani F, Ferrucci L, Bandinelli S, Guralnik JM (2009) Use of the Short Physical Performance Battery Score to predict loss of ability to walk 400 meters: analysis from the InCHIANTI study. J Gerontol A Biol Sci Med Sci 64:223–229. https://doi.org/10.1093/gerona/gln022
32\.\ Perera S, Mody SH, Woodman RC, Studenski SA (2006) Meaningful change and responsiveness in common physical performance measures in older adults. J Am Geriatr Soc 54:743–749. https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2006.00701.x
33\.\ Sari N (2011) Exercise, physical activity and healthcare utilization: A review of literature for older adults. Maturitas 70:285–289. https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2011.08.004
34\.\ Ratamess NA, Faigenbaum AD, Hoffman JR, Kang J (2008) Self-selected resistance training intensity in healthy women: the influence of a personal trainer. J Strength Cond Res 22:103–111. https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31815f29cc
\35.\ Berg-Weger M, Morley JE (2020) Editorial: loneliness and social isolation in older adults during the COVID-19 pandemic: implications for gerontological social work. J Nutr Health Aging 24:456–458. https://doi.org/10.1007/s12603-020-1366-8
36.\ Kahlon MK, Aksan N, Aubrey R, Clark N, Cowley-Morillo M, Jacobs EA, Mundhenk R, Sebastian KR, Tomlinson S (2021) Effect of layperson-delivered, empathy-focused program of tel-ephone calls on loneliness, depression, and anxiety among adults during the COVID-19 pandemic: a randomized clinical trial. JAMA Psychiatry 78:616–622. https://doi.org/10.1001/jamap sychiatry.2021.0113
37\.\ Buckinx F, Aubertin-Leheudre M, Daoust R, Hegg S, Martel D, Martel-Thibault M, Sirois MJ (2021) Feasibility and acceptability of remote physical exercise programs to prevent mobility loss in pre-disabled older adults during isolation periods such as the COVID-19 pandemic. J Nutr Health Aging 25:1106–1111. https:// doi.org/10.1007/s12603-021-1688-1
38\.\ Rincé G, Couturier C, Berrut G, Dylis A, Montero-Odasso M, Deschamps T (2021) Impact of an individual personalised rehabilitation program on mobility performance in older-old people. Aging Clin Experimental Res 33:2821–2830. https://doi.org/10.1007/s40520-021-01812-3
39\.\ Lippi L, Uberti F, Folli A, Turco A, Curci C, d'Abrosca F, de Sire A, Invernizzi M (2022) Impact of nutraceuticals and dietary supplements on mitochondria modifications in healthy aging: a systematic review of randomized controlled trials. Aging Clin Exp Res 34:2659–2674. https://doi.org/10.1007/s40520-022-02203-y
\40.\ Lippi L, de Sire A, Mezian K, Curci C, Perrero L, Turco A, Andaloro S, Ammendolia A, Fusco N, Invernizzi M (2022) Impact of exercise training on muscle mitochondria modifications in older adults: a systematic review of randomized controlled tri-als. Aging Clin Exp Res 34:1495–1510. https://doi.org/10.1007/ s40520-021-02073-w

Publisher's Note Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Springer Nature or its licensor (e.g. a society or other partner) holds exclusive rights to this article under a publishing agreement with the author(s) or other rightsholder(s); author self-archiving of the accepted manuscript version of this article is solely governed by the terms of such publishing agreement and applicable law

4.3 Article 3 – *Middle-term follow-up of the effects of remote physical activity interventions on PA habits and physical health in older adults.*

Titre

Effets à moyen terme suite à des interventions en activité physiques à distance sur *les habitudes de vie en AP et la santé physique* des personnes âgées.

Auteurs

Granet Jordan[1,2], PhD(c); Peyrusqué Eva[1,2], PhD(c); Ruiz Fabien[1,2], PhD(c); Buckinx Fanny[1,2], PhD; Ben Abdelkader Lilia[1,2], BSc; Dang-Vu Thien Thanh[2,3], MD-PhD; Gouin Jean-Philippe[2,4], PhD; Sirois Marie-José[5], PhD; Pageaux Benjamin[2,6], PhD; Aubertin-Leheudre Mylène[1,2], PhD.

Résumé

Contexte : La faisabilité et les bienfaits pour la santé des interventions d'activité physique (AP) à distance pour les personnes âgées ont été confirmés pendant les périodes d'isolement. Cependant, leurs effets à moyen terme sur les habitudes de vie en AP et par le fait même sur la santé physique doivent être documentés avant d'aider à peaufiner les recommandations en AP pour promouvoir un mode de vie actif et en santé.

Méthodes: Des 129 personnes âgées randomisées et ayant complété une intervention d'AP à distance de 12 semaines pendant les périodes d'isolement, 60 [LLL (n=23/38) ; RRR (n = 12/45) ; LRL (n = 14/22) ; RLR (n=11/24)] ont accepté, lors d'un suivi non planifié à un an (+1 an), de réaliser les mêmes évaluations à distance (capacités fonctionnelles, fonction musculaire et habitudes de vie en AP). Des modèles mixtes linéaires ajustés en fonction du temps, de l'âge et du sexe ont été utilisés pour estimer les effets temps et temps × groupe sur les trois points temporels.

Résultats : Le groupe RRR a augmenté significativement sa motivation AP intrinsèque (PRE : 14,7±4,0 vs. +1a : 15,9±2,3 ; p=0,011) tandis que LLL et RLR ont augmenté leur motivation AP intégrée. Le groupe LRL a augmenté sa motivation extrinsèque tandis que les groupes LRL et RLR ont augmenté leur a-motivation de PRE à +1an. ($p<0,005$). Seul le groupe LLL a augmenté de manière significative la dépense énergétique en AP entre PRE à +1 an. De plus, les groupes LLL et LRL ont diminué significativement leur temps quotidien de sédentarité à +1 an comparativement à PRE tandis que les groupes RRR et RLR l'ont augmenté. La vitesse de marche normale s'est

améliorée entre PRE et POST dans chaque groupe ($p \leq 0,01$). Cependant, à +1 an et comparativement à la valeur initiale, seules les groupes avec des ratio important de Live améliorent cette dernière [LLL: PRE : 0,89 ± 0,23 vs. +1 an : 1,01 ± 0,17 m/sec, p = 0,001; LRL : PRE : 0,92 ± 0,21 contre +1 an : 1,02 ± 0,25 m/sec, p = 0,033]. Les scores au SPPB se sont améliorés de 1 point/12 au suivi comparativement à PRE dans les groupes combinés ($p < 0,001$) et sont restés stables dans les groupes LLL et RRR. La puissance musculaire a augmenté entre PRÉ et POST ($p < 0,001$) alors qu'elle a diminué entre POST et +1 an ($p < 0,001$) dans tous les groupes. Cependant, la puissance musculaire s'est améliorée entre PRE et +1 an dans tous les groupes [LLL (PRE : 155 ± 35 vs +1 an : 256 ± 70, $p < 0,001$); RRR (PRE : 162 ± 56 contre +1 an : 242 ± 144, $p < 0,001$); LRL (PRE : 148 ± 64 contre +1 an: 249 ± 85, $p < 0,001$) ; RLR (PRE: 152 ± 54 contre +1 an : 219 ± 86, $p < 0,001$)].

Conclusion : Les modalités d'AP à distance réalisées pendant les périodes d'isolement semblent limiter les effets de désentraînement et de déconditionnement après 1 an. Ces effets pourraient s’expliquer par le fait que leurs impacts significatifs sur la motivation envers l’activité physique et et l’intégration de la pratique d’AP dans leurs habitudes de vie. Cela est encore plus vraie pour ceux ayant suivis des modalités avec un ratio plus élevé de sessions en direct. Cependant, les sessions enregistrées pourraient convenir à ceux qui ne peuvent ou ne veulent pas suivre les sessions en direct.

Journal: version de travail pour soumission future

INTRODUCTION (445 words):

Regular physical activity (PA) is part of a healthy lifestyle [1] and promotes successful aging by slowing down the decline in physical and cognitive functioning [2]. Despite the health benefits of PA, 50% of older adults remain inactive and sedentary [3]. The motivation involved is one of the strongest determinants of middle- and long-term physical activity behavior [4] [14]. Without sufficient motivation, individuals, even if they confer the importance of exercise, will not pursue a regular regimen of physical activity [5].The short-term benefits of in-person PA interventions are well documented in older adults' physical health (e.g., maintenance of muscle function [2] and functional capacities [6]) and PA behaviours (e.g., increase in PA practice and motivation, decreased sedentary time [7]). However, the middle-term follow-up effects are rarely assessed and it is particularly relevant, not only for refining recommendations related to an active lifestyle but also for understanding the underlying motivational mechanisms that support continued commitment to PA [8]. Indeed, after a post-PA intervention, a *detraining effect,* (i.e. a decrease in physical function, such as muscle performance [9] or functional capacities [10]) is commonly observed. The detraining effect on muscle function is related to the duration, age, and sex of participants [9, 11]. As a PA intervention aims to maintain or enhance physical functioning to promote independence in older adults [12], researchers and clinicians must understand better if a newly developed PA intervention (remote exercise) is followed by a detraining effect and to what extent. Recent advanced technologies have facilitated the development of safe, adapted [10] and effective remote PA interventions for various populations, provided through visioconference system (Zoom) or websites (videos), for instance [13]. These remote interventions are of great relevance during periods of isolation, such as during Covid-19, which limit the opportunities to practice PA and worsen inactivity, especially in older adults [3, [12, 13].

To our knowledge, no study has examined how distance PA interventions affect middle-term PA habits and therefore counteract deconditioning and detraining.

In this context, the main objective of our exploratory study was to examine if previously inactive older adults integrate PA in their lifestyle one year after remote PA interventions and how these behaviour changes can influence age-related and detraining-related physical declines. We hypothesized that older adults who followed remote PA intervention with high ratio of interactive sessions, would be more active than at baseline and these behaviour changes would help to counteract at least age-related physical declines.

To do so, we followed up with participants one year after being involved in in live (Zoom sessions allowing social-interaction and kinesiologist feedback), recorded (web-videos sessions without live interaction or feedback) or mixed (live-recorded-live sessions or recorded-live-recorded sessions) remote training [15, 16].

METHODS (810 words):

Design & randomization:

This exploratory longitudinal study used an unplanned 1-year follow-up to evaluate community-dwelling older adults enrolled in randomized trials of 12-week remote exercise interventions [15, 16]. These interventional randomized trials were conducted from April to December 2020 during the first two Covid-19 pandemic lockdowns in Quebec (April to December 2020). This study has been approved by the ethics committee of the Centre de recherche de l'Institut Universitaire de Gériatrie de Montréal (CERVN 20-21-05), and participants consent.

Twelve months after being enrolled in one of the interventional studies [15, 16], and without any contact since the end of the intervention, all participants who started the remote PA intervention (i.e 1/36 sessions completed) were contacted for an unplanned 1-year follow-up evaluation of their physical health. As the pre-and post-intervention assessments of the original studies were performed online [14, 15], the one-year follow-up evaluations were conducted in the same condition. Consequently, to limit another bias, the same evaluator performed the assessment in the same order as in the pre-and post-interventions [15-17].

Participants & procedures:

Enrolled participants were aged 60 and over, lived independently in the community, were inactive (less than 7500 steps per day and less than 150 minutes of exercise per week), had no counter-indication to practice PA or pathological situations (not frail, no cognitive or physical diseases), had access to technology (tablet or computer with webcam).

The full details of the 12-week remote PA interventions are provided elsewhere [15, 16]. Briefly, all participants participated in a three weekly remote sessions (55min per session). In the first study [15], participants completed all their sessions remotely either i) 100% live through Zoom with a

kinesiologist and other participants included in their sessions (*LLL*) or ii) using 100% web-recorded sessions, without any interaction (*RRR*). In the second study [16], the ratio between live and recorded remote sessions was mixed. The participants participated in a PA intervention composed either of iii) two Zoom live sessions and one recorded session (*LRL*) or iv) two recorded sessions and one live session (*RLR).* See Figure 1 for an overview of the study design.

INSERT FIGURE 1 HERE

Measures:

Full descriptions of the measurement tools and their validity can be found elsewhere [13, 15-17].

- *PA level* was reported using the validated the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ; [23]).

- *Sedentary time* in minutes/day was estimated using the IPAQ [23].

- *Motivation toward PA* was reported using the validated motivation scale towards health-oriented physical activity (EMAPS; [24]).

- ***Body mass index (BMI)*** was evaluated using self-reported body mass and height and estimated as BMI= body mass (kg)/height (m^2).

- *Short Physical Performance Battery (SPPB)* includes three tests: bipodal balance, 4-m walking speed and the 5-repetition sit-to-stand test [18]. Each test is rated 0 to 4 for a total SPBB score /12. The SPPB is a validated tool to assess function and mobility in older adults [19].

- *Unipodal Balance* was assessed by asking the participants to stand on one leg for a maximum of 60 seconds with their arms along the sides of their body. Unipodal balance is a predictor of fall risk [20].

- *Muscle endurance* was evaluated using the validated 30-second sit-to-stand test (30s-STS). The assessor collected the number of sit-to-stand repetitions performed in 30 seconds. The 30s-STS is an indicator of lower-body muscular endurance in community-dwelling older adults [21].

- *Absolute* (STS power) and relative [***Relative STS power***: STS power/ body mass (kg)] **muscle power**: were estimated using the equations validated by Alcazar et al. [22]:

$$\frac{Body\ Mass \times 0.9 \times g \times (Body\ height \times 0.5 - Chair\ height)}{(\frac{Time}{n\ of\ reps}) \times 0.5}$$

Where body mass is in kg, g is gravity (9.81 $m \cdot s^{-2}$), body height and chair height are indicated in m, time is indicated in s (30 s), n of reps indicates the number of repetitions completed during the STS test, and the other values (0.9 and 0.5) are biomechanics-derived coefficients.

Statistical analyses

Data distributions were tested using the Shapiro-Wilk test. Baseline characteristics were summarized using descriptive statistics. Continuous variables were expressed by mean ± standard deviation, and categorical variables were expressed in percentages. The Chi-squared test or Fisher test was used to compare the frequency of observations between groups. We analyzed the data using a series of linear mixed models (LMM) followed by the appropriate group comparisons (contrasts) using the R package. An LMM was fitted for each objective and subjective health measure as a dependent variable to estimate the time and time × group effects over the three measurement time points, adjusting for time, age and sex. A False Discovery Rate threshold of 5% was used to correct for multiple comparisons.

Post hoc subgroup analyses (100% live *vs* 100% recorded *vs* 66% live *vs* 66% recorded) were also performed with Bonferroni correction when interaction effects reached significance. All statistical analyses were performed using the statistical package R (R Core Team, 2022) version 4.0.3.

RESULTS (1000 words):

Baseline characteristics and recall rate

The participants' baseline socio-demographic, health, physical, and technological ability characteristics are presented in Table 1. All groups were similar (all $p \geq 0.05$), except for unipodal balance time (LLL:44.1±19.6s; RRR:43.7±20.5s; LRL:24.8±22.7s; RLR:22.7±7.0s, $p<0.001$), SPPB scores (LLL:11.1±0.2; RRR:10.9±0.2; LRL:8.9±0.3; RLR: 8.6±0.3/12, $p<0.001$), and the type of technology used (touchpad: LLL:62.1%; RRR:59.5%; LRL:49.2%; RLR:33.3%, $p<0.001$) (Table 1).

The recall rate for each group was calculated from the number of participants who reached out at follow-up compared to the number of participants at baseline who completed at least 1 session of the training sessions. The recall rates were significantly higher in the LLL (60%), LRL (63%) and RLR (45%) groups than in the RRR (27%) group ($p<0.001$) and also significantly higher in the LLL (60%) and LRL (63%) groups than the RLR (45%) group ($p<0.005$). Finally, Comparisons between the baseline characteristics of participants, who accepted to do the follow-up and those who did not, were performed (Table 4 in the Supplemental Material). No difference in adherence, sex, education level, physical performance was observed except for age in the RLR group only. More specifically, the RLR-decliners (D) were youngers than those (A) who agree to participate (RLR-A: 79.8 ± 4.2 vs. RLR-D: 71.1 ± 3.3, $p<0.001$).

INSERT TABLE 1 HERE

Effect of the intervention on physical health behavior

Subjective health parameters' mean values at each measurement time point are presented for each group in Table 3, along with p-values for time and group effects and time x group interactions, which were all significant ($p=0.035$ and lower) for all three parameters.

Regarding ***PA energetic expenditure*** (PAEE; METs/week), neither group had significant PRE-POST intervention change. At one-year, *PAEE* had significantly increased from baseline (PRE) and from POST-intervention (p=0.015 and p=0.015, respectively) in the LLL group. At the same time, PAEE significantly decreased in the RRR group at one-year compared to baseline (p=0.008) and to POST-intervention (p=0.028). Again at one-year, *PAEE* had significantly decreased from POST-intervention to +1yr in the RLR group (p=0.006), while the RLR group remained stable over time (PRE vs +1yr; Table 2). Moreover, regarding ***sedentary time*** (hour/day), there was no significant PRE-POST intervention change in either group. While the LLL group remained stable over time (PRE vs +1yr), *sedentary time* significantly decreased in all three other groups from baseline (PRE) to POST- intervention ($p<0.015$). In addition, in these 3 groups, sedentary time increased significantly from POST-intervention to one-year follow-up ($p<0.02$), and from baseline to one-year follow up (Table 2). Finally, there were no PRE/POST nor POST- intervention/+1yr changes in ***PA motivation*** scores in either group. However, there was a significant increase in *PA intrinsic motivation* for RRR, in *PA integrated motivation* for LLL and RLR, in *PA external regulation* for LRL and in *PA amotivation* for LRL and RLR at one-year compared to baseline (Table 2).

INSERT TABLE 2 HERE

Effects of the intervention and follow-up on objective physical health

Physical health parameters' mean values at each measurement time point are presented for each group in Table 3, along with p-values for time and group effects and time x group interactions and the evolution of the physical measures from pre, post and follow-up assessments are presented in Figure 2. Also, the boxplots illustrating the distributions of mean changes in physical health

parameters between baseline, post-intervention and one-year follow-up in each group are presented in Figure 3 of the Supplemental Material.

There were no time or group effects in ***unipodal balance (x/60sec) and BMI measures***. There were significant time (p=0.022) and group (p=0.013) effects and time x group interaction (p=0.019) for the ***normal walking speed.*** Overall, all groups significantly improved their normal walking speed from baseline (PRE) to post-intervention (POST) and remained stable at the one-year follow-up (+1y) except for the RRR group in whom the *normal walking speed* significantly decreased by about 10% from POST to +1y (1.12±0.17 *v*s 1.01±0.18; p=0.001). At one year, only the LLL and LRL groups showed significant improvement in their *normal walking speed* from baseline (p=0.001 and p=0.033, respectively) (Table 3). There were significant baseline differences in ***SPPB scores*** for which the LRL and RLR groups had lower scores of around 2/12 points than the two other groups (p<0.001). During the study, there were significant time and group effects and time x group interaction for the *SPPB scores* (all p<0.001). Both the LLL and RRR groups remained stable, while the LRL (POST: 9.80±1.90; +1y: 11.44±0.34/12, p<0.001) and the RLR (POST: 9.90±1.80; +1y: 11.25±0.37/12, p<0.001) groups significantly increased their *SPPB scores* by around 1/12 point at each follow-up time, reaching the same level as the LLL and RRR groups at one-year (Table 3).

Regarding ***muscle power*** (W), all groups significantly improved their measures from PRE to POST-intervention (p<0.001) by at least 60% (Table 3). These improvements were followed by a significant decrease of around 14% in *muscle power* at one year in all groups except for the RLR one that remained stable. However, all groups remained significantly above (by at least 44%) their baseline *muscle power* at one year (Table 3). Moreover, there were significant group differences in *muscle power* at one year (LLL: 256±70 *vs* RLR: 219±86, p=0.005), (RRR: 242±144 *vs* RLR: 219±86, p=0.018), (LRL: 249±85 *vs* RLR: 219±86; p=0.026), (LLL: 256±70.7 *vs* RRR: 242±144,

p=0.034) (LRL: 249±85.4 *vs* RRR: 242±144, p=0.043). Interestingly, the ***relative muscle power*** (W/kg) almost doubled in all groups from PRE- to POST-intervention ($p<0.001$), which improvement being followed by a POST to one-year follow-up significant decrease ($p<0.001$) of about 12%. Nevertheless, *relative muscle power* means measures at one-year remained significantly improved ($p<0.001$) by at least 50% from baseline with no between-group differences (Table 3). Finally, regarding ***muscle endurance*** (n), there was no change in measures over time in the RLR group, while all three other groups significantly improved in POST intervention ($p<0.001$) by about 30% and then significantly decreased at one-year ($p<0.001$). At the end of the study, *muscle endurance* measures remained significantly improved from baseline in the LLL and LRL groups (p=0.004 and p=0.045, respectively) by about 14%. At the same time, there was no baseline-one-year difference in the RRR and RLR groups (Table 3).

INSERT FIGURE 2 and TABLE 3 HERE

DISCUSSION (1164 words):

This study investigated and compared four remote PA modalities' long-term effects (1-year follow-up) on PA behavior and physical health in community-dwelling older adults during isolated periods.

First, throughout the study, the PAEE increased (+592 METs/week) significantly only in the LLL group, which means that those participants practiced more PA than before. In addition, the LLL (7h/day) and the LRL (7h30/day) groups had significantly lower daily sedentary time at follow-up than the RRR (∼10h/day) and RLR (9h30/day) groups. The Live-groups were clinically non-sedentary based on the +8h/day validated cut-point [28]. At the same time, the recorded groups, in addition to spending more time as sedentary, practiced significantly fewer PA during the week (-723 METs/week). Thus, modalities with a higher ratio of live and interactive sessions seemed more beneficial to counteract the adverse lifestyle effects of the covid-19 pandemic [29, 30]. These results are important since, to our knowledge, no study assessed the long-term effects of such modalities in older adults. Furthermore, a systematic review concluded that long-term effects on PA and sedentary behaviours improvements of e-Health interventions in young adults still need further study [31].

Interestingly, only the RRR group improved their intrinsic motivation to AP from baseline to follow-up which means that RRR group may have benefited from an increased sense of autonomy, as they had the freedom to view the recorded sessions at their own pace as intrinsic motivation is often associated with feelings of competence and autonomy [25].The RRR and RLR groups showed better PA-integrated motivation from baseline to follow-up. PA-integrated motivation is a type of external motivation where activities are seen as an integral part of oneself and an improvement in it could mean that having access to recorded sessions may have allowed for greater flexibility, making participants feel that the activity was more aligned with their own values or

routines [5]. External regulation increased only in the LRL group while external regulation is often associated with external factors, such as rewards or punishments. The LRL group, having live sessions, may have felt external pressure to participate [26]. Finally, the LRL and RLR groups had significantly higher amotivation at the end of the study than at baseline and amotivation reflects a lack of motivation towards an activity. The increase in amotivation in these groups could suggest that the sessions, whether live or recorded at 66%, did not meet the participants' needs for competence, autonomy or social connections [27].

Finally, regarding physical health effects, our results show that only the groups with more live sessions (LLL and LRL) increased their normal walking speed from baseline to follow-up. In contrast, the RLR and RRR groups returned to baseline values, and only the RRR group significantly decreased from post-intervention to follow-up. Moreover, regarding the walking speed, the LLL and LRL groups remain clinically more functional at follow-up than baseline (minimal change expected > 0.10m.s^{-}1; Figure 3). This walking speed improvement is known to be related to a reduction of 17.7% in absolute risk of death [32]. However, it is important to note that the other groups (RRR and RLR) remained with a good walking speed (>0.8 m/sec). These results are interesting as a previous study showed that normal walking speed could decrease by 20% compared to post-intervention values after a 1-year detraining period and by 16-20% compared to baseline values [33]. In addition, the LRL and RLR groups improved their functional capacities (SPPB score) by around 1/12 points at each follow-up time point, while the LLL and RRR groups maintained their status (Figure 3). These results could be due to the baseline between-groups differences since the two latter groups were already non-disabled (SPPB score >9/12; [19]), while the two others (LRL and RLR) were considered pre-disabled as per their SPPB score <10/12; [19]. Clinical improvements in functional capacities, from 0.4 to 1.5 points [19] according to groups, were also noted. Such improvement reduces the risk of adverse health outcomes [34].

These results are interesting as they contrast with previous studies showing a significant decline of SPPB scores after a 36-week detraining period [35] and a clinical decline of 1.2±2.7/12 points after a 4-month detraining period [10]. Our findings about functional capacities may be explained by the fact that our participants completed their training sessions in their preferred setting. Older adults tend to prefer exercises that can be easily integrated into their daily lives [36, 37].

Moreover, based on Alcazar cut-points [22], our findings on relative muscle power show that all groups had clinical improvement from baseline to follow-up (minimal expected change: Men>0.42 – Women>0.33W.kg^{-1}; Figure 2). These results are important since better muscle power is related to lower rates of mobility limitations [38], sarcopenia [39] and mortality in older adults [40]. Furthermore, at the one-year follow-up, all groups remained above the 14-STS repetitions cut-point for non-frail and independent status in older adults [21]. These results concur with other studies using unsupervised training programs showing that performance in the 30s-STS after a 12-week training was still around 14% above baseline [41], but only around 8% after one year detraining periods [42] with a fast significant decrease after 16 weeks enhanced by sedentary behaviour and inactivity [11]. Overall, our significant effects on muscle function (power and endurance) show that a higher ratio of live sessions is more efficient in maintaining the long-term benefits on muscle function, which is essential as this parameter is a primary predictor of fall risk in older adults [43].

This study presents some limitations. As our samples were volunteers, our results may only be representative of some older adult populations. On another note, even if the recall time was strictly one year after the enrollment, our two previous studies ended at different times. The first study was completed at the beginning of the summer. In contrast, the second one concluded at the end of the winter, which could cause potential seasonal effects on PA behaviour as the Canadian winters are long and cold and tend to limit daily activities [47]. However, our follow-ups were strictly

conducted one year after each group enrollment, i.e., in the same season than at baseline. Even if our recall rate at one year was reasonable, as we reached around 50% of our participants, our interventions were not explicitly designed to target PA motivation. Hence, participants who completed the one-year assessments were those with higher intrinsic motivation as reflected by their lower baseline PA motivation (Table 4, Supplemental Material). Future studies should explore the effect of coupling motivational interventions with similar remote PA modalities as ours and explore the impact on recall rate and retention.

Nevertheless, this study has some strengths. To our knowledge, it is the first to assess the long-term effects of complete remote PA training in older adults. In addition, the same standardized and validated remote measures and reproducible tools were used at each assessment time. Finally, the one-year follow-up was unplanned, which is crucial to capture real-setting lifestyle habits and health benefits. Overall, this study specifies the role of remote PA modalities and their long-term implication for promoting active aging.

CONCLUSION AND IMPLICATION (97 words)

This study shows that remote PA modalities (recorded vs. live vs. mixed) can have a significant impact on participants' motivation to integrate physical activity as lifestyle habits. In addition, remote PA modalities (recorded vs. live vs. mixed) which improve physical and functional capacities in older adults can also at middle-term limit age-related physical declines. Notably, there were more benefits from remote modalities with a higher ratio of live sessions. However, web-recorded sessions may be appropriate for attendees who dislike or temporarily cannot follow live sessions with specific schedule. Finally, exercise trainer (kinesiologists) using web-recorded PA interventions should remember that closer follow-up must be done to mitigate dropout and preserve motivation.

AUTHORS CONTRIBUTIONS:

MAL designed and directed the project and supervised the writing of this article. JG recruited, performed the measurements, analyzed the data and wrote the first draft of the manuscript. EP, FR, FB and LBA performed the measurements and revised the manuscript. BP, TTDV, JPG and MJS contributed to the design and methods of the research and revised the manuscript. All authors agreed to the final version of the manuscript.

FUNDING SUPPORT:

This work was support by operational funds from MAL (UQAM-FRQS). The study's website (www.trainingrecommend.com) was supported by a grant from the Centre de recherche de l'Institut universitaire de gériatrie de Montréal (CRIUGM-Programme appui).

MAL (Senior salary award), TDV (Junior 2 salary award), BP (Junior 1 salary award) and FB (Post-doctoral fellowship) are supported by the Fond de recherche du Québec en Santé (FRQS). FB (Post-doctoral fellowship) is also supported by the Canadian Institutes of Health Research (CIHR). JG and EP are supported by the Centre de recherche de l'Institut universitaire de gériatrie de Montréal (CRIUGM-AGEWELL scholarship).

CONFLICT OF INTEREST: None

ACKNOWLEDGMENTS:

The authors would like to thank all the trainees and research assistants who participated in the study. We would also thank the Neuromotrix© teams (kinesiologists specialized in gerontology or motor disorders), who supervised all the live exercise sessions and recorded all the training sessions. Finally, we thank all the older adults who participated in this study.

REFERENCES

1. Organization, W.H., *Physical activity.* 2022.
2. Izquierdo, M., et al., *International Exercise Recommendations in Older Adults (ICFSR): Expert Consensus Guidelines.* J Nutr Health Aging, 2021. **25**(7): p. 824-853.
3. Thompson, W.R., *WHO Study Reinforces Worldwide Pandemic of Physical Inactivity.* American College of Sports Medicine, 2018.
4. Deci, E.L. and R.M. Ryan, *Self-determination theory: A macrotheory of human motivation, development, and health.* Canadian psychology/Psychologie canadienne, 2008. **49**(3): p. 182.
5. Teixeira, P.J., et al., *Exercise, physical activity, and self-determination theory: a systematic review.* Int J Behav Nutr Phys Act, 2012. **9**: p. 78.
6. Chen, Y., et al., *Comparison between the effects of exergame intervention and traditional physical training on improving balance and fall prevention in healthy older adults: a systematic review and meta-analysis.* J Neuroeng Rehabil, 2021. **18**(1): p. 164.
7. Kwan, R.Y.C., et al., *The effect of e-health interventions promoting physical activity in older people: a systematic review and meta-analysis.* Eur Rev Aging Phys Act, 2020. **17**: p. 7.
8. Chase, J.A., *Interventions to Increase Physical Activity Among Older Adults: A Meta-Analysis.* Gerontologist, 2015. **55**(4): p. 706-18.
9. Grgic, J., *Use It or Lose It? A Meta-Analysis on the Effects of Resistance Training Cessation (Detraining) on Muscle Size in Older Adults.* Int J Environ Res Public Health, 2022. **19**(21).
10. Fernández-García Á, I., et al., *Effects of Multicomponent Training Followed by a Detraining Period on Frailty Level and Functional Capacity of Older Adults with or at Risk of Frailty: Results of 10-Month Quasi-Experimental Study.* Int J Environ Res Public Health, 2022. **19**(19).
11. Bosquet, L., et al., *Effect of training cessation on muscular performance: a meta-analysis.* Scand J Med Sci Sports, 2013. **23**(3): p. e140-9.
12. Aubertin-Leheudre, M. and Y. Rolland, *The Importance of Physical Activity to Care for Frail Older Adults During the COVID-19 Pandemic.* J Am Med Dir Assoc, 2020. **21**(7): p. 973-976.
13. Unver, B., et al., *Reliability of 4-meter and 10-meter walk tests after lower extremity surgery.* Disability and Rehabilitation, 2017. **39**(25): p. 2572-2576.
14. Standage, M., J. Duda, and N. Ntoumanis, *A model of contextual motivation in physical education: Using constructs from self-determination and achievement goal theories to predict physical activity intentions.* Journal of Educational Psychology, 2003. **95**: p. 97.
15. Granet, J., et al., *Web-based physical activity interventions are feasible and beneficial solutions to prevent physical and mental health declines in community-dwelling older adults during isolation periods.* J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 2022.
16. Granet, J., et al., *Online physical exercise intervention in older adults during lockdown: Can we improve the recipe?* Aging Clin Exp Res, 2023.
17. Peyrusqué, E., et al., *Assessing Physical Performance in Older Adults during Isolation or Lockdown Periods: Web-Based Video Conferencing as a Solution.* J Nutr Health Aging, 2022. **26**(1): p. 52-56.
18. Peyrusqué, E., et al., *Maintenance of Autonomy Through exerCise in Hospital Setting (MATCH): A Feasibility Study.* J Am Med Dir Assoc, 2021.

19. Guralnik, J.M., et al., *A short physical performance battery assessing lower extremity function: association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission.* J Gerontol, 1994. **49**(2): p. M85-94.
20. Springer, B.A., et al., *Normative values for the unipedal stance test with eyes open and closed.* J Geriatr Phys Ther, 2007. **30**(1): p. 8-15.
21. Jones, C.J., R.E. Rikli, and W.C. Beam, *A 30-s chair-stand test as a measure of lower body strength in community-residing older adults.* Res Q Exerc Sport, 1999. **70**(2): p. 113-9.
22. Alcazar, J., et al., *Relative sit-to-stand power: aging trajectories, functionally relevant cut-off points, and normative data in a large European cohort.* J Cachexia Sarcopenia Muscle, 2021. **12**(4): p. 921-932.
23. Hagströmer, M., P. Oja, and M. Sjöström, *The International Physical Activity Questionnaire (IPAQ): a study of concurrent and construct validity.* Public Health Nutr, 2006. **9**(6): p. 755-62.
24. Boiché, J., et al., *Development and validation of the 'Echelle de Motivation envers l'Activité Physique en contexte de Santé' (EMAPS): A motivation scale toward health-oriented physical activity in French.* Journal of Health Psychology, 2019. **24**: p. 386-399.
25. Vallerand, R. and G. Losier, *An Integrative Analysis of Intrinsic and Extrinsic Motivation in Sport.* Journal of Applied Sport Psychology - J APPL SPORT PSYCHOL, 1999. **11**: p. 142-169.
26. Fortier, M.S., et al., *Promoting physical activity: development and testing of self-determination theory-based interventions.* Int J Behav Nutr Phys Act, 2012. **9**: p. 20.
27. Pelletier, L.G., et al., *Associations Among Perceived Autonomy Support, Forms of Self-Regulation, and Persistence: A Prospective Study.* Motivation and Emotion, 2001. **25**(4): p. 279-306.
28. Bull, F.C., et al., *World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour.* Br J Sports Med, 2020. **54**(24): p. 1451-1462.
29. Chambonniere, C., et al., *Physical Activity and Sedentary Behavior of Elderly Populations during Confinement: Results from the FRENCH COVID-19 ONAPS Survey.* Exp Aging Res, 2021: p. 1-13.
30. Lesser, I.A. and C.P. Nienhuis, *The Impact of COVID-19 on Physical Activity Behavior and Well-Being of Canadians.* Int J Environ Res Public Health, 2020. **17**(11).
31. Peng, S., et al., *The Effectiveness of E-Health Interventions Promoting Physical Activity and Reducing Sedentary Behavior in College Students: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials.* Int J Environ Res Public Health, 2022. **20**(1).
32. Abellan van Kan, G., et al., *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.* J Nutr Health Aging, 2009. **13**(10): p. 881-9.
33. Connelly, D.M. and A.A. Vandervoort, *Effects of detraining on knee extensor strength and functional mobility in a group of elderly women.* J Orthop Sports Phys Ther, 1997. **26**(6): p. 340-6.
34. Vasunilashorn, S., et al., *Use of the Short Physical Performance Battery Score to predict loss of ability to walk 400 meters: analysis from the InCHIANTI study.* J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 2009. **64**(2): p. 223-9.
35. Zech, A., et al., *Residual effects of muscle strength and muscle power training and detraining on physical function in community-dwelling prefrail older adults: a randomized controlled trial.* BMC Geriatr, 2012. **12**: p. 68.

36. Burton, N.W., A. Khan, and W.J. Brown, *How, where and with whom? Physical activity context preferences of three adult groups at risk of inactivity.* Br J Sports Med, 2012. **46**(16): p. 1125-31.
37. Franco, M.R., et al., *Eliciting older people's preferences for exercise programs: a best-worst scaling choice experiment.* J Physiother, 2015. **61**(1): p. 34-41.
38. Foldvari, M., et al., *Association of muscle power with functional status in community-dwelling elderly women.* J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 2000. **55**(4): p. M192-9.
39. Lauretani, F., et al., *Age-associated changes in skeletal muscles and their effect on mobility: an operational diagnosis of sarcopenia.* J Appl Physiol (1985), 2003. **95**(5): p. 1851-60.
40. Metter, E.J., et al., *Arm-cranking muscle power and arm isometric muscle strength are independent predictors of all-cause mortality in men.* J Appl Physiol (1985), 2004. **96**(2): p. 814-21.
41. Orange, S.T., et al., *Short-Term Training and Detraining Effects of Supervised vs. Unsupervised Resistance Exercise in Aging Adults.* J Strength Cond Res, 2019. **33**(10): p. 2733-2742.
42. Correa, C.S., et al., *Effects of strength training, detraining and retraining in muscle strength, hypertrophy and functional tasks in older female adults.* Clin Physiol Funct Imaging, 2016. **36**(4): p. 306-10.
43. Stel, V.S., et al., *Consequences of falling in older men and women and risk factors for health service use and functional decline.* Age Ageing, 2004. **33**(1): p. 58-65.

FIGURES:

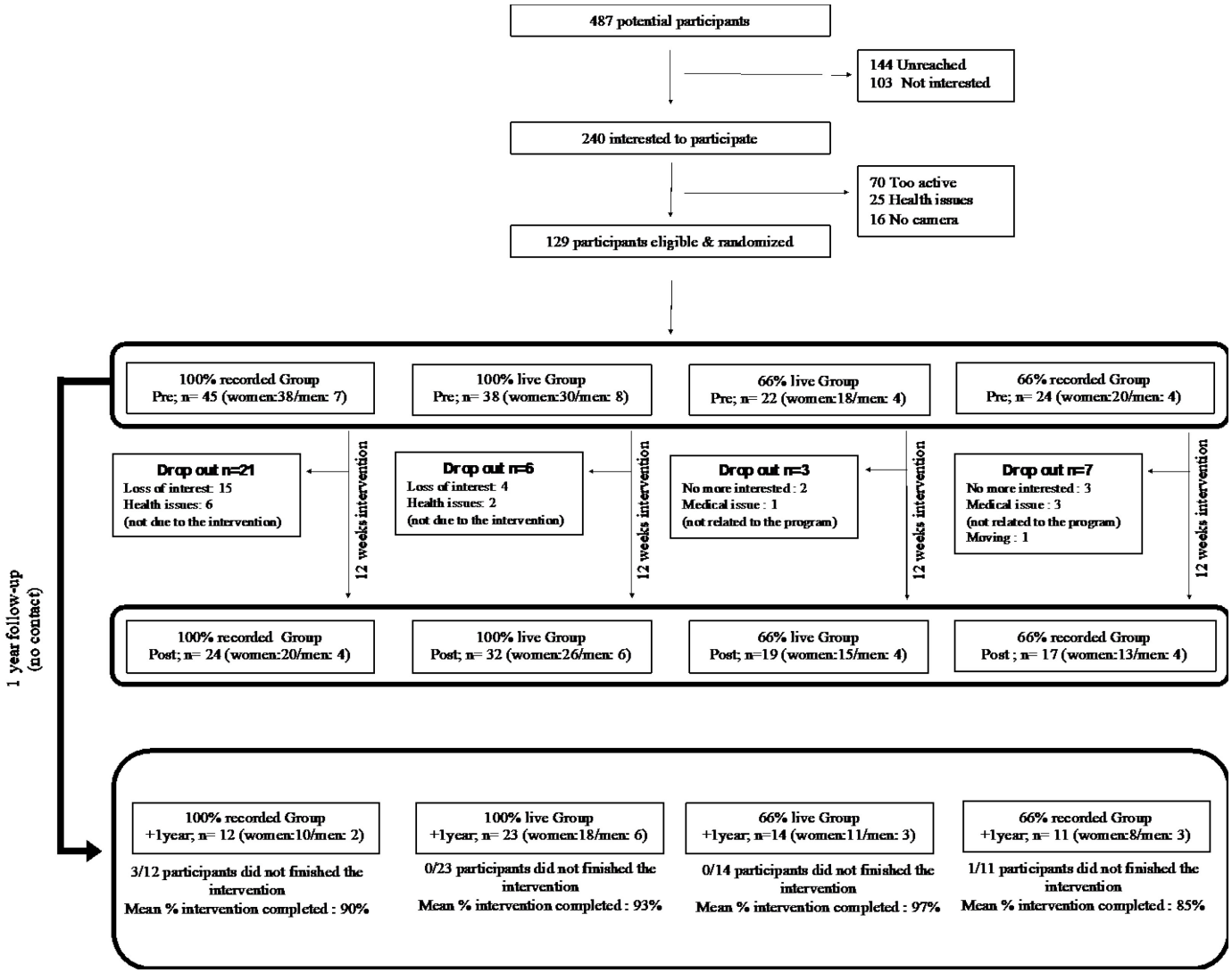


Figure 1: *Flowchart of the study*

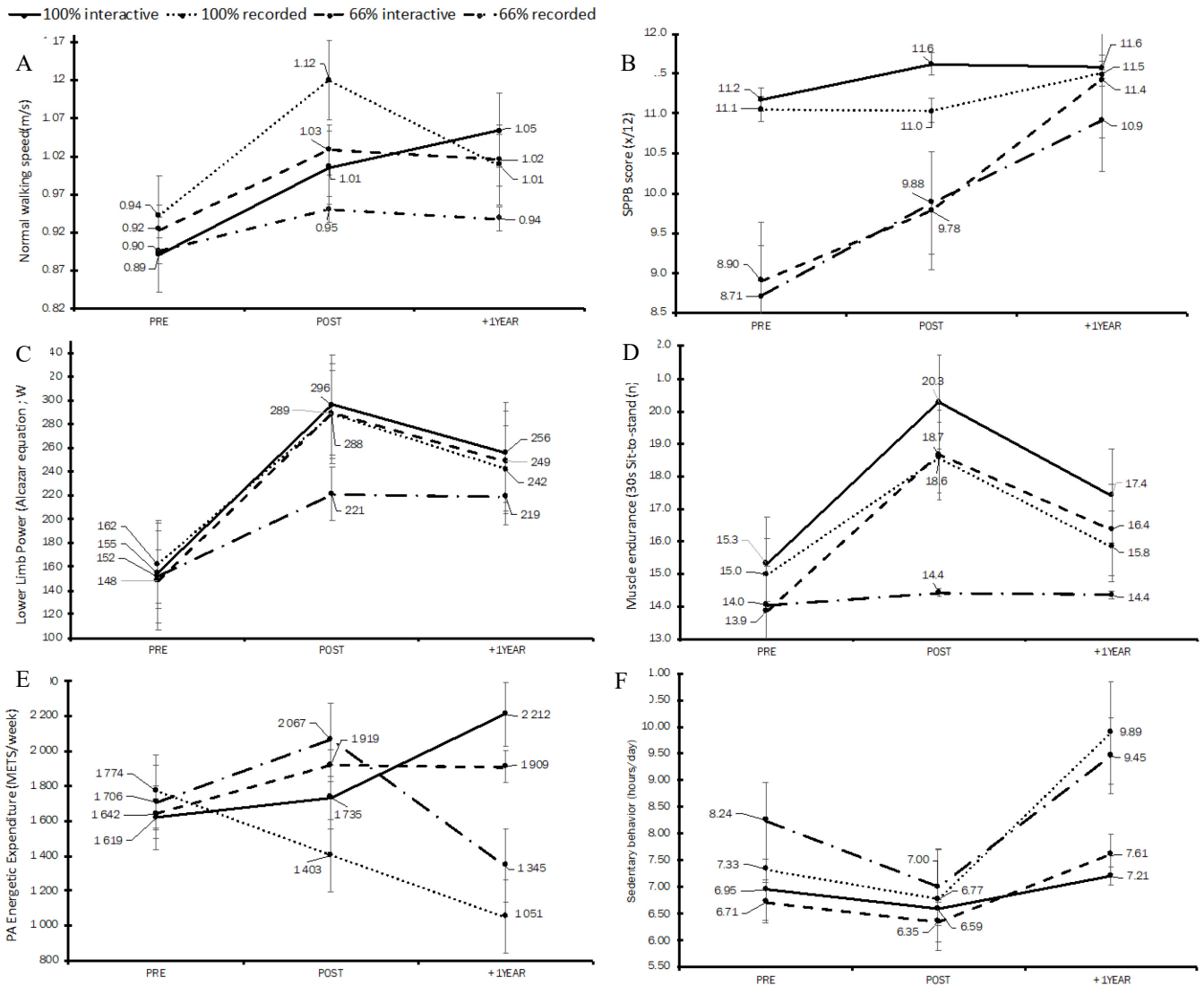


Figure 2: *Evolution of the physical measures from pre, post and follow-up assessments.*
Note. (A–F) Mean curves of the progression over time within groups in A=normal walking speed (m/sec); B=SPPB total score (x/12); C=lower limb relative muscle power (W) calculated from the formula presented by Alcazar et al. [22]; D= lower limb muscle endurance (number of repetition) measured from the 30s Sit-to-stand test; E: PA energetic expenditure (METs/week) ; F=Sedentary behavior (hour/week);
100% live= Live Group; 100% recorded= Recorded Group; 66% live= Live-Recorded-Live group; 66% recorded= Recorded-Live-Recorded group; SPPB = Short Physical Performance Battery.

TABLES:

***Table 1**: Baseline characteristics of the participants enrolled in the 1yr follow-up study.*

	LLL (n = 23)	RRR (n = 12)	LRL (n=14)	RLR (n=11)	p-values
SOCIO-DEMOGRAPHIC CHARACTERISTICS					
Age (Years)	70.7 ± 5.2	69.6 ± 5.1	71.0 ± 7.7	69.3 ± 5.2	0.55
Sex (%; Women)	82.8%	81.1%	81.0%	81.0%	0.99
Education level (%; university level)	72.4%	63.9%	81.0%	66.7%	0.80
Marital status (%; single)	37.5%	61.1%	52.4%	61.9%	0.46
HEALTH CHARACTERISTICS					
Frailty (SOF; x/3)	1.35±0.60	1.25±0.60	1.14±0.54	1.07±0.59	0.17
Insomnia (x/28)	4.8 ± 4.7	6.1 ± 4.1	4.9±1.3	2.9±0.7	0.14
Eating behaviour (x/44)	6.8 ± 4.3	7.8 ± 3.6	4.6±1.2	4.1±1.1	0.12
Quality of life (x/25)	5.3 ± 1.9	5.9 ± 1.7	6.1±1.3	6.6±1.2	1.00
PA motivation (x/100)	68.1 ± 10.0	60.6 ± 9.3	67.7±10.2	62.2±14.7	0.65
T-MMSE (x/30)	24.7 ± 1.7	24.5 ± 1.4	25.24±1.0	25.38±1.1	0.90
Number of medications (%; > 5drugs)	6.9%	2.7%	0%	9.5%	0.42
Chronic diseases (%; presence)	55.2%	54.1%	85.7%	66.7%	0.08
PHYSICAL CHARACTERISTICS					
BMI (kg/m^2)	26.3 ± 3.9	27.5 ± 5.5	26.0 ± 3.1	25.7 ± 4.3	0.89
SPPB score (x/12)	11.2 ± 1.3	11.1 ± 0.6	8.9 ± 1.2	8.7 ± 0.5	**<0.001**
Unipodal balance(x/60s)	44.1±19.6	43.7±20.5	24.8±22.7	22.7±7.0	**<0.001**
ABILITY TO USE TECHNOLOGY					
Using technologies (%; >1year)	79.3%	78.4%	90.5%	100%	0.54
Perceived feeling(s) of user (%; yes)	82.8%	83.8%	66.7%	85.7%	0.35
Type of technology used (%; touch pad)	62.1%	59.5%	42.9%	33.3%	**<0.001**

Data are presented as means (Mean ± SD) or percentages; $p \leq 0.05$ = significant differences between groups using the independent T-test). LLL= 100% Live group ; RRR= 100%-Recorded group ; RLR=

66%-Recorded group ; LRL= 66% Live group ; BMI: Body Mass Index. SPPB = Short Physical Performance Battery; SOF: Study of Osteoporotic Fractures frailty index; T-MMSE: Telephonic-Mini Mental State Examination; Using technologies = time since participants used the same technology as in the study. Perceived feeling(s) of the user: Participants' feeling(s) regarding their ability to use the technology. Type of technology used: technology usually used by participants.

Table 2. *Effects of the intervention on subjective PA measures*

	PRE	POST	+1 Year	Time effect (p-values)	Group effect (p-values)	Group x time interaction (p-values)	PRE *vs* POST (p-values)	PRE *vs* +1Y (p-values)	POST *vs* +1Y (p-values)
PHYSICAL BEHAVIORS									
PA motivation intrinsic (x/21), Mean ± SD									
LLL	17.2±3.4	16.6±4.3	16.7±3.8	**0.036**	**p<0.001**	0.317	0.817	0.876	0.950
RRR	14.7±4.0	16.7±3.0	15.9±2.3				0.109	**0.011**	0.878
RLR	14.6±4.4	14.5±.3.4	15.5±3.5				0.765	0.540	0.963
LRL	13.1±5.3	13.1±4.7	13.3±2.9				1.00	0.978	0.985
PA motivation extrinsic - integrated (x/21), Mean ± SD									
LLL	15.9±4.5	16.4±4.2	16.7±3.4	**0.018**	**0.004**	0.742	0.814	0.783	0.924
RRR	13.2±4.4	15.1±4.3	17.0±3.5				0.275	**0.009**	0.445
RLR	13.6±4.1	14.1±3.2	14.6±5.4				0.720	0.301	0.876
LRL	11.4±5.8	13.5±5.2	14.1±4.0				0.505	**0.043**	0.921
PA motivation extrinsic - identified (x/21), Mean ± SD									
LLL	18.7±3.1	17.8±3.5	17.8±3.1	0.477	0.256	0.470	0.854	0.952	1.00
RRR	16.9±5.0	17.2±3.3	18.3±3.2				0.834	0.378	0.702
RLR	17.3±3.1	17.7±2.0	17.4±2.6				0.502	0.956	0.830
LRL	15.5±5.0	16.8±3.9	17.5±2.6				0.743	0.241	0.943
PA motivation extrinsic - introjected (x/21), Mean ± SD									
LLL	15.4±4.2	13.6±4.6	14.1±4.5	0.862	**0.005**	0.834	0.559	0.745	0.807
RRR	11.8±3.8	12.3±5.0	11.5±4.1				0.814	0.960	0.890
RLR	12.3±3.7	12.5±3.8	11.9±4.8				1.00	0.863	0.914
LRL	10.7±5.3	11.9±5.3	11.3±3.9				0.714	0.878	0.982
PA motivation extrinsic – external regulation (x/21), Mean ± SD									
LLL	3.6±2.2	3.3±1.5	3.4±1.0	**0.047**	**0.038**	0.262	0.765	.924	1.00
RRR	4.2±2.5	3.4±0.8	3.1±0.2				0.415	0.210	0.931
RLR	4.1±2.1	4.4±2.9	5.5±2.9				0.964	**0.044**	0.572
LRL	3.9±2.9	4.2±3.0	3.9±1.7				0.907	1.00	0.974
PA amotivation (x/21), Mean ± SD									
LLL	3.7±1.5	3.3±0.6	3.6±1.5	**0.042**	**0.030**	**0.020**	0.630	0.950	0.826
RRR	4.1±1.4	3.5±1.4	3.1±0.3				0.631	0.146	0.956
RLR	3.7±1.7	3.9±2.1	5.2±2.4				0.924	**0.039**	0.184
LRL	3.9±2.6	3.8±1.8	5.4±2.6				0.913	**0.046**	0.064
PA energetic expenditure (Mets/week), Mean ± SD									
LLL	1619±369	1735±369	2211±376	**0.012**	**0.003**	**0.013**	0.595	**0.015**	**0.015**
RRR	1773±306	1402±306	1050±306				0.889	**0.008**	**0.028**
RLR	1642±376	1918±376	1908±383				0.202	0.091	0.802
LRL	1706±376	2066±376	1344±376				0.348	0.089	**0.006**
Sedentary behavior (Hours/day), Mean ± SD									
LLL	6.9±1.7	6.5±1.4	7.2±2.5	**0.035**	**0.005**	**0.019**	0.575	0.490	0.406
RRR	7.3±3.4	6.8±2.2	9.9±2.1				0.164	**0.014**	**0.002**
RLR	6.7±2.2	6.4±2.1	7.6±2.0				0.773	**<0.001**	**<0.001**
LRL	8.2±2.9	7.0±2.7	9.5±2.5				0.123	**0.011**	**<0.001**

Data are presented as Mean ± SD. Time, group, and time × group effects = linear mixed models with post hoc analyses (Bonferonni) ; LLL (n=38)= 100% Live group ; RRR (n=45) = 100%-

Recorded group ; RLR (21) = 66%-Recorded group ; LRL (24) = 66% Live group ; PA: Physical activity.

Table 3. *Effects of the intervention on objective health measures*

	PRE	POST	+1 Year	Time effect (p-values)	Group effect (p-values)	Group x time interaction (p-values)	PRE *vs* POST (p-values)	PRE *vs* +1Y (p-values)	POST *vs* +1Y (p-values)
FUNCTIONAL CAPACITIES									
Unipodal balance (x/60s), mean ± SD									
LLL	44.1±19.6	46.3±20.1	42.4±19.5	0.503	0.460	0.843	0.490	0.490	0.338
RRR	43.7±20.5	50.3±15.9	41.6±20.6				0.311	0.510	0.311
RLR	24.8±22.8	31.7±24.4	29.4±23.5				0.666	0.660	0.661
LRL	22.7±16.0	29.2±21.2	21.1±20.3				0.219	0.703	0.219
Normal walking speed (m/s), mean ± SD									
LLL	0.89±0.2	1.01±0.2	1.05±0.2	**0.022**	**0.013**	**0.019**	**0.004**	**<0.001**	0.177
RRR	0.94±0.2	1.12±0.2	1.01±0.2				**<0.001**	0.277	**0.045**
RLR	0.92±0.2	1.03±0.2	1.02±0.3				**0.013**	**0.033**	0.478
LRL	0.90±0.2	0.95±0.2	0.94±0.2				0.476	0.476	0.764
SPPB Score (x/12), mean ± SD									
LLL	11.2±1.2	11.6±0.6	11.6±0.8	**p<0.001**	**p<0.001**	**p<0.001**	0.160	0.367	1
RRR	11.1±1.1	11.0±1.8	11.5±0.5				1	0.303	0.975
RLR	8.9±1.2	9.8±1.9	11.4±0.9				**0.013**	**<0.001**	**0.001**
LRL	8.7±0.5	9.9±1.8	10.9±1.9				**0.002**	**<0.001**	**0.012**
PHYSICAL CAPACITIES									
Muscle Power (W), mean ± SD									
LLL	154±36	296±82	256±71	**p<0.001**	**p<0.001**	**p<0.001**	**<0.001**	**<0.001**	**0.002**
RRR	162±57	288±118	242±104				**<0.001**	**<0.001**	**<0.001**
RLR	148±65	289±125	249±85				**<0.001**	**<0.001**	**0.013**
LRL	152±55	221±99	219±87				**<0.001**	**<0.001**	0.772
Relative Muscle Power (W/kg), mean ± SD									
LLL	2.3±0.5	4.3±1.0	3.7±0.7	**p<0.001**	**p<0.001**	**p<0.001**	**<0.001**	**<0.001**	**0.032**
RRR	2.2±0.7	4.0±1.2	3.5±1.4				**<0.001**	**<0.001**	0.065
RLR	2.0±0.5	4.0±1.3	3.5±1.1				**<0.001**	**<0.001**	0.073
LRL	2.0±0.5	3.1±1.0	3.1±0.8				**<0.001**	**<0.001**	0.852
Muscle endurance (n), mean ± SD									
LLL	15.3±1.0	20.3±1.0	17.4±1.0	**p<0.001**	**p<0.001**	**0.013**	**<0.001**	**0.004**	**<0.001**
RRR	14.9±0.9	18.6±1.0	15.8±1.3				**<0.001**	0.127	**0.009**
RLR	13.6±1.1	18.7±1.1	16.4±1.3				**<0.001**	**0.045**	**0.011**
LRL	14.1±1.1	14.4±1.2	14.4±1.3				0.958	0.958	0.958

Note. Data are presented as Mean ± SD. Time, group, and time × group effects = linear mixed models with post hoc analyses (Bonferonni) ; 100% live : n= 38; 100% recorded: n=45; 66% live: n=24); 66% recorded: n=21; BMI: Body Mass Index. SPPB: Short Physical Performance Battery. Muscle power was estimated through the Alcazar equation [22] and using the 30s Sit-to-Stand: $STS\ Power = \frac{Body\ Mass \times 0.9 \times g \times (Body\ height \times 0.5 - Chair\ height)}{(\frac{Time}{n\ of\ reps}) \times 0.5}$; Relative muscle power is calculated as: $Relative\ STS\ Power = \frac{STS\ Power\ (W)}{Body\ Weight\ (kg)}$.; Muscle endurance was estimated using the 30s Sit-to-Stand test.

CHAPITRE 5 – DISCUSSION GÉNÉRALE

Les études réalisées dans le cadre de ce projet doctoral avaient pour objectif général d'évaluer la faisabilité et l'acceptabilité d'interventions en AP virtuelles réalisées à distance et d'évaluer leurs impacts sur la santé des ainés à court et moyen termes. Plus spécifiquement, deux des trois études visaient à confirmer leur faisabilité, acceptabilité dans un contexte d'isolement, mais aussi d'explorer leur efficacité sur les CF et performances musculaires des aînés en comparant les différences pré- et post-entrainement entre 2 modalités d'entrainement (interactif *vs.* vidéo; objectif #1 et article #1) et entre 2 modalités mixtes d'entrainement (interactif-vidéo-interactif *vs.* vidéo-interactif-vidéo; objectif #2 et article #2). De plus, notre dernière étude visait elle à explorer les effets à moyen terme (suivi à 1 an) sur les CF et performances musculaires des ainés ayant pris part à ces 4 interventions et d'explorer si une des modalités d'intervention est plus efficace pour maintenir la santé physique et intégrer de bonnes habitudes de vie chez les aînés (objectif #3; article #3).

Au regard des résultats obtenus, les hypothèses émises pour répondre à ces objectifs ont été partiellement confirmées et sont résumées dans le Tableau 5.1 et seront détaillées dans les sections ci-dessous.

Tableau 5-1: Résumé et validations des hypothèses.

Objectif 1 : Faisabilité, acceptabilité et efficacité des entrainements interactif *vs.* vidéo.	
1-A.1) Les deux interventions seront faisables et acceptables.	✓
1-A.2), Mais la modalité interactive conduira à une plus grande rétention que celle via des vidéos pré-enregistrées en raison des interactions avec le groupe et les kinésiologues.	✓
1-B.1) Les deux interventions conduiront à des améliorations de la santé physique.	✓
1-B.2), Mais celles-ci seront plus élevées dans la modalité interactive en raison d'une adhérence plus importante, des retours du kinésiologue et de l'effet de l'entrainement en groupe.	✗

Objectif 2 : Faisabilité, acceptabilité et efficacité des entrainements interactif-vidéo-interactif *vs.* vidéo-interactif-vidéo.	
2-A) Les deux modalités combinées seront faisables, acceptables et efficaces pour améliorer la santé physique des aînés.	✓
2-B) La modalité ayant le ratio le plus élevé de séances interactives conduira à de plus grandes améliorations des capacités physiques comparativement à l'intervention avec le ratio plus élevé de séances vidéo du fait d'une plus grande interaction avec le kinésiologue et le groupe.	✓
Objectif 3 : Effets à moyen terme de ces interventions et explorer si une est plus efficace sur les paramètres mesurés et pour maintenir de bonnes habitudes de vie.	
3-A.1) Lors d'un suivi d'un an non planifié et sans contact, les modalités d'entrainements vont permettre un maintien des habitudes de vie en AP via le maintien des niveaux de motivation auto-déterminée pour la pratique de l'AP. *3-A.2)* Mais pour ces interventions, la santé physique et musculaire restera supérieurs aux valeurs obtenues pré-intervention. Ce phénomène contrera le déconditionnement lié au vieillissement.	✓ ✗ ✓ ✗
3-B.1) La modalité 100% interactive entrainera un meilleur maintien de la santé physique en raison de sa plus grande efficacité lors de la phase d'intervention de 12 semaines. En revanche, la modalité 100% vidéo aura un meilleur maintien des habitudes de vies actives en raison d'une motivation intrinsèque pour la pratique de l'AP plus importante. *3-B.2)* Néanmoins, les modalités mixtes (ratio mélangeant les modalités interactive et vidéo) entraineront un maintien moins important des capacités physiques que la modalité 100% interactive et de la motivation que la modalité proposant des séances 100% vidéo en raison de la mixité des séances (atténuation des effets auto-déterminés ou intrinsèques).	✓ ✗ ✗

5.1 Résumé des principaux résultats.

Dans un premier temps, afin d'uniformiser la nomenclature entre les termes en français et en anglais utilisés dans les articles, les différents groupes de participants vont être regroupés, pour ce chapitre, sous les termes suivants : le groupe utilisant une modalité 100%-interactive (ou 100%-Live en anglais) sera nommé III tandis que le groupe utilisant une modalité 100%-vidéo (ou 100%-Recorded en anglais) sera nommé VVV et le groupe de modalité mixte utilisant un plus haut ratio

d’entrainement interactif (66%-interactif : interactif-vidéo-interactif) sera nommé IVI tandis que le groupe utilisant un plus haut ratio d’entrainement vidéo (66%-vidéo : vidéo-interactif-vidéo) sera nommé VIV.

Les principaux résultats présentés dans les 3 articles inclus dans la section précédente de cette thèse peuvent être résumés de la façon suivante: l’utilisation des interventions d’AP réalisées à distance de manière asynchrone, synchrone ou mixant les ratios synchrone-asynchrone chez les aînés sont faisables, acceptables et efficaces sur la santé. Certains de ces effets se retrouvent non seulement dès 12 semaines d’intervention, mais aussi un an plus tard.

Plus précisément, l’article #1 a mis en évidence que les interventions en ligne totalement interactives (III) ou totalement enregistrées (VVV) sont toutes les deux sécuritaires, faisables et acceptables par les participants. Ces 2 interventions permettent d’améliorer significativement et cliniquement la vitesse de marche et l'endurance musculaire même si le groupe III s’améliore significativement plus que le groupe VVV. De plus, les participants du groupe III ont également connu une amélioration significative de leur motivation à pratiquer de l'exercice physique. Néanmoins, le groupe VVV qui a pratiqué ses exercices de manière enregistré à lui montré une amélioration de l’auto-efficacité, qui est un prédicteur puissant de l'intégration à moyen et long terme de l'AP dans les habitudes de vie. Finalement, les résultats de cet article suggèrent dans leur ensemble que l'intervention interactive en direct peut être préférable à l'intervention enregistrée à distance pour promouvoir l’intégration de l’AP chez les personnes âgées de par les différences d’abandon des participants entre les 2 groupes.

L’article #2 a, quant à lui, montré que les interventions en ligne, mixant les ratios entrainement interactif et en direct et entrainement enregistré et différé, ont entrainé un niveau similaire, mais élevé de satisfaction et de plaisir, ce qui est important pour maintenir la motivation à pratiquer des activités physiques. Les deux interventions ont aussi amélioré significativement la santé physique, en particulier la puissance musculaire et l'endurance musculaire, qui sont deux paramètres clés dans le risque de chute chez les adultes âgés. Toutefois, seul le groupe avec le ratio d’entrainement interactif en direct le plus important (IVI) a montré une amélioration cliniquement significative de la vitesse de marche normale, qui est associée à une réduction des risques pour la santé et la mortalité chez les adultes âgés. Les résultats subjectifs ont montré que la dépression, la solitude et

la qualité de vie sont restées stables dans les deux groupes, malgré le contexte de la pandémie COVID-19 qui a pourtant augmenté les sentiments de solitude chez les adultes âgés.

Finalement, l'article #3 visait lui à explorer les effets à moyen terme (suivi à un an non planifié) des quatre modalités d'AP en ligne, présentées dans les articles #1 et #2, sur les comportements (sédentarité & inactivité physique & motivation) et les paramètres de santé des personnes âgées. Concernant les effets de désentrainement (comparaison post-intervention *vs.* suivi), les résultats concernant les CF ont démontré que seul le groupe VVV subit une détérioration significative de sa vitesse de marche normale alors que les autres groupes restent stables. Les groupes IVI et VIV ont contré les effets du désentrainement (comparaison post-intervention *vs.* suivi) concernant leur statut fonctionnel puisqu'ils ont amélioré significativement leur score total au SPPB. Néanmoins, les groupes III et VVV ont conservé leur statut fonctionnel. Concernant la fonction musculaire, tous les groupes en dehors du groupe VIV ont subi un effet significatif de désentrainement (diminution) de la puissance et de l'endurance musculaire. Enfin, en termes d'habitude de vie entre la fin de l'intervention et du suivi, aucun changement de la motivation pour la pratique de l'AP n'a été observé dans les groupes. En revanche, les groupes VVV et VIV ont diminué significativement leur pratique d'AP par semaine et sont devenus significativement plus sédentaires. À l'inverse le groupe III a lui augmenté significativement sa pratique d'AP et a maintenu son niveau de sédentarité. Finalement, le groupe IVI n'a, lui, modifié que partiellement ses habitudes vie en gardant une pratique d'AP similaire entre la fin de l'intervention et du suivi, mais en devenant significativement plus sédentaire. Du point de vue du déconditionnement (comparaison pré-intervention *vs.* suivi), seul le groupe VVV a amélioré sa motivation intrinsèque envers l'AP indiquant une amélioration du sentiment d'autonomie. Les groupes IVI et VIV ont montré une meilleure motivation intégrée à l'AP démontrant que les entrainements proposés sont considérés comme étant alignés leurs propres valeurs ou routines. Enfin, les groupes IVI et VIV présentaient une amotivation significativement plus élevée à la fin de l'étude qu'au départ et l'amotivation reflète un manque de motivation envers une activité. Au niveau physique, seuls les groupes ayant un plus grand nombre de sessions interactives en direct (III et IVI) semblent capables de contrer les effets du déconditionnement puisqu'ils ont amélioré significativement leur vitesse de marche normale et leur score SPPB. Ce constat se généralise pour les 4 groupes en ce qui a trait à la puissance et l'endurance musculaires des membres inférieurs puisque les 4 groupes s'améliorent significativement quand on compare les valeurs au suivi à celles avant intervention. Néanmoins,

les groupes avec le plus haut ratio d'entrainement interactif en direct (III et IVI) ont contré plus efficacement les effets du déconditionnement en améliorant plus l'endurance musculaire et les CF que les groupes avec le plus haut ratio d'entrainement enregistré (VVV et VIV). Les résultats de cet article suggèrent donc que les programmes d'entrainement à distance peuvent contrer les CF ainsi que la fonction musculaire des personnes âgées, mais les sessions interactives en direct semblent plus efficaces pour contrer les effets du déconditionnement en raison d'une intégration de meilleures habitudes de vie (niveau plus élevé d'AP et plus bas de sédentarité).

Chacun de ces points, et les questions qu'ils soulèvent seront approfondis dans les paragraphes suivants.

5.2 Les modalités d'intervention à distance permettent-elles de contrer les déconditionnements physiques à court terme lié à l'isolement ?

5.2.1 Faisabilité et acceptabilité des modalités d'intervention à distance.

Afin de pouvoir considérer ces interventions comme étant une solution viable et pérenne dans le temps, il est important de tester la faisabilité et l'acceptabilité de ces modalités. Pour rappel, l'évaluation de la faisabilité dans nos étude #1 et #2 a été évaluée via ***la rétention*** et ***l'adhésion*** des participants à l'intervention. Comme mentionné précédemment, le taux d'adhésion théoriquement recommandé pour qu'une intervention soit considérée comme faisable a été établi à 80% (Robertson *et al.*, 2003). Cependant, la littérature a mis en évidence que les taux d'adhésion moyens chez les personnes âgées inclus dans les interventions virtuelles à distance varient entre 58% - 77% (Fuente-Vidal *et al.*, 2022). Cependant, pour rester en accord avec la littérature théorique et nous assurer une bonne faisabilité, nous avons dans nos études considéré que pour l'intervention soit considérée comme faisable, les participants devaient effectuer 80 % des séances d'exercices (29/36 séances). L'acceptabilité a elle été évaluée après chaque séance d'entrainement physique à l'aide de questionnaire en ligne Limesurvey© et incluant 5 variables: 1) ***l'effort perçu*** 2) ***le niveau de difficulté*** des exercices, 3) ***le plaisir*** pendant la séance d'entrainement, 4) ***la fierté*** liée à l'exécution des séances d'entrainement, et 5) ***la satisfaction globale*** de la session d'entrainement. La littérature démontre qu'un taux de réponse de 70 % à 90 % aux critères permet d'avoir un niveau d'acceptabilité comme bon à élever (Meldrum *et al.*, 2012). Ainsi, nous avons

donc établi que nos deux études Webex-1 et Webex-2 seraient considérées comme acceptables si chacun de nos critères atteignait 80 % de retours positifs ou très positifs.

Premièrement concernant la faisabilité, nos résultats obtenus dans l'étude #1 montrent que parmi les participants qui ont complété les évaluations pré et post-interventions (per-protocole analysis), le taux d'adhésion peut être considéré comme élevé (adhésion >à 80%) dans les deux modalités d'exercice à distance, avec un taux d'adhésion légèrement meilleur dans III (89 %) par rapport à VVV (81 %). Le nombre minimum et maximum de séances suivies était similaire dans les deux groupes [III (min–max): 16–36 séances (44 à 100%) ; VVV (min–max): 17–36 séances (47 à 100%)]. Cependant, une différence significative ($p<0,001$) au niveau du taux de rétention a été constatée entre nos groupes avec un taux de rétention de 84% pour III [PRÉ : n=38 (30 femmes et 8 hommes) ; POST : n=32 (26 femmes et 6 hommes)] contre 54% pour VVV [PRÉ : n=45 (38 femmes et 7 hommes) ; POST : n=24 (20 femmes et 4 hommes)]. Pour nos résultats obtenus dans l'étude #2, ceux-ci ont montré une similaire et très bonne adhésion indépendamment de la modalité pratiquée (IVI: 92 % *vs.* VIV: 85%; $p = 0,32$). Néanmoins cliniquement l'adhésion peut être considérée comme meilleure pour le groupe avec le plus haut ratio d'entrainement en direct (groupe IVI). En revanche, aucune différence significative ($p=0,20$) du taux de rétention n'a été constatée dans nos groupes avec un taux de rétention de 86% pour IVI et de 71% pour VIV. ***Les résultats obtenus dans ces deux études confirment la faisabilité dans un contexte d'isolement*** et sont en accord avec la littérature existante. En effet, une revue systématique récente menée par Valenzuela et al. (2018) a mis en évidence qu'il y avait des différences marquées dans les taux de rétention (0 – 64%) et d'adhésion (78%-100%) pour un programme d'exercices en groupe basé sur la technologie pour les personnes âgées (Valenzuela *et al.*, 2018). Les auteurs ont suggéré que les différences entre ces variables étaient dues aux caractéristiques variables de l'intervention, telles que le temps de mise en œuvre ; fréquence; durée; intensité; mode de programme d'exercice, y compris la communication interactive ou non, et la modalité individuelle ou de groupe, avec ou sans superviseur ; mais aussi les caractéristiques des participants, telles que le fait de vivre de manière autonome ou institutionnalisée. De plus, une autre étude de faisabilité réalisée par Hyodo et al (2023) a montré des taux de rétention (94%) et d'adhésion (97%) élevée chez des participants âgés de 60 ans et plus vivant dans la communauté et participant à un programme d'exercices de danse réalisés en groupe et en direct via Zoom© (Hyodo *et al.*, 2023). Cette étude est en accord avec notre taux d'adhésion, mais diffère par son taux de rétention (84% vs. 94%). Cette différence

de rétention peut venir du fait que les programmes de danse sont reconnus pour être très acceptés chez les ainés (Fan *et al.*, 2013). Finalement, une autre étude menée par Feng et al. (2019) et utilisant des entrainements enregistrés sur des participants âgés de 60 ans et plus et vivant dans la communauté a démontré des taux élevés de rétention (86%) et d'adhésion (93%) au programme (Feng *et al.*, 2019). Ainsi, les résultats de cette étude témoignent d'un taux de rétention supérieur à ceux obtenus pour nos études avec dominance d'entrainement enregistré (VVV ou IVI), mais confirment nos résultats obtenus pour l'adhésion. Cette différence de rétention peut venir du fait que les participants de cette étude ont reçu une visite à leur domicile par les entraineurs au départ et que cette relation a été maintenue par des appels téléphoniques hebdomadaires tout au long du programme. Selon les auteurs de l'étude, les visites à domicile et les appels hebdomadaires ont contribué à des taux élevés de rétention et d'adhésion (Feng *et al.*, 2019). Finalement, une autre explication des différences observées entre ces 2 études et la nôtre peut aussi venir du fait que notre programme d'entrainement a pris place durant le début de la COVID-19 qui est reconnue comme étant une période socialement et émotionnellement incertaine (Sterina *et al.*, 2022).

Deuxièmement, concernant l'acceptabilité, nos résultats de l'étude #1 et #2 démontrent des niveaux d'acceptabilité moyens à bons (similaire dans les deux études) avec plus de la moitié des participants des quatre groupes qui ont déclaré que les séances d'AP étaient « faciles » à réaliser (III : 69 % ; VVV : 82 % ; IVI : 76% ; VIV : 65%). De plus, les quatre groupes ont rapporté un bon et similaire niveau de satisfaction (III: 77 % ; VVV: 64 % ; IVI: 71 % ; VIV: 74 %) tout au long de l'intervention d'AP à distance. Nous avons également observé le même et bon niveau de plaisir dans les quatre groupes (III : 68 % ; VVV: 62 % ; IVI: 89 % ; VIV: 79 %). Ces résultats suggèrent que le programme d'AP a été adapté aux capacités des participants même si l'intensité et le niveau de difficulté ont été augmentés toutes les 3 semaines pendant le programme de 12 semaines. Les résultats obtenus dans ces deux études sont en accord avec la littérature existante, car une étude menée par Buckinx et al (2021) a démontré des taux similaires de chez des participants pré-fragiles de 60ans et plus durant la COVID-19 à la suite d'un entrainement à distance en direct (Buckinx *et al.*, 2021). Les participants de cette étude ont exprimé à 95% une bonne satisfaction et un niveau de difficulté perçu classé de faible à modérer démontrant que ce genre de modalité d'entrainement était acceptable. De plus, nos résultats et ceux de l'étude précédente sont conformes à ceux présents dans la littérature démontrant que l'exercice à domicile via la technologie est acceptable dans diverses populations telles que les personnes âgées vivant dans la communauté qui ont subi une

blessure mineure (Lauzé *et al.*, 2018) et les résidents des maisons de retraite avec et sans troubles cognitifs légers (Buckinx *et al.*, 2021).

Finalement, nos résultats de faisabilité (le bon niveau d'adhérence et les différences de taux de rétention) et d'acceptabilité en fonction des modalités pratiquées pourraient être expliqués par une variation de la motivation chez nos participants. La théorie de l'autodétermination développée par Deci et Ryan en 1980 (Deci et Ryan, 1980), est utile pour comprendre l'initiation et le maintien du comportement d'exercice physique et réussit à prédire l'adhésion aux programmes d'exercice (Teixeira *et al.*, 2012). Dans cette définition, les auteurs vont distinguer deux types de motivations: la motivation intrinsèque, qui est définie comme une motivation venant de l'intérieur d'un individu, consiste à agir pour le plaisir que cela engendre ou le défi personnel que cela représente et non pour des incitations, des pressions ou des récompenses extérieures (Ryan et Deci, 2000); et la motivation extrinsèque, est-elle définie comme une motivation venant de l'extérieur, dans l'optique d'atteinte une récompense ou de conséquences extérieures [sanction, promotion, etc. ; (Ryan et Deci, 2000)]. Cette définition de l'autodétermination pose donc la notion que la motivation extrinsèque ou intrinsèque est intriquée à la satisfaction de trois besoins psychologiques de base (Ryan et Deci, 2000) : 1) Le besoin d'autonomie qui nécessite que les gens se sentent en contrôle de leur comportement et de leurs objectifs ce qui appuie le fait que les programmes d'entrainement en AP doivent correspondre aux objectifs personnels d'un individu ; 2) Le besoin de compétence qui est relié à l'acquisition de la maitrise des tâches et des compétences nécessaires à l'atteinte de ses objectifs et qui appuie le fait que l'accompagnement dans l'exécution correcte des exercices est prépondérant ; 3) Le besoin de parenté qui est relié au besoin de se sentir connectés aux autres, d'avoir un sentiment d'appartenance et qui est relié au fait que faire de l'AP avec des pairs peut motiver à persévérer. Le rôle bénéfique de la supervision et des pairs se reflète dans l'adhésion plus élevée aux programmes supervisés en groupe qu'aux programmes où les individus sont censés faire de l'exercice dans la solitude sans supervision (Picorelli *et al.*, 2014). Ainsi, en accord avec ces besoins énoncés plus haut, nos modalités d'AP à distance viennent satisfaire plusieurs de ces aspects, mais à des niveaux d'implication différents, ce qui peut expliquer nos différences de rétention et d'adhésion. En effet, les sessions d'entrainement interactives et enregistrées permettent de satisfaire le besoin de compétence qui est relié à l'acquisition de la maitrise de la tâche au travers des explications des exercices qui sont données au début de chacun des exercices interactifs et enregistrés. De plus, nos programmes sont adaptés en fonction du statut fonctionnel du participant,

ce qui participe à renforcer le sentiment de compétence motivation intrinsèque, car il a été montré que le sentiment d'avoir un programme d'AP adapté participe à la motivation intrinsèque du sujet (Geller *et al.*, 2018). Plus spécifiquement, les modalités d'entrainement enregistrées au travers de leur flexibilité permettent de choisir de faire de l'AP au moment qui convient le mieux au participant et nos programmes (basé sur le statut fonctionnel du participant) permettaient de choisir le niveau de difficulté approprié, favorisant ainsi le besoin d'autonomie et renforçant la motivation intrinsèque. Cependant, la littérature a mis en évidence que le fait d'avoir des retours positifs lors de la pratique de l'AP permettait d'augmenter la motivation intrinsèque via la satisfaction du sentiment de compétence (Harackiewicz, 1979). De plus, le fait de réaliser des entrainements en groupe avec des pairs renforce le sentiment d'appartenance et une satisfaction du besoin de parenté qui est lui-même relié à une augmentation de la motivation intrinsèque. Ces deux derniers facteurs et les résultats de l'étude de Picorelli et al. (2014) présentés plus haut démontrent l'impact sur la motivation intrinsèque des modalités d'entrainement en direct. Ainsi, l'ensemble de nos modalités à distance utilisées viennent satisfaire l'éventail complet des besoins psychologiques de base de la théorie de l'autodétermination. Néanmoins, la différence de résultats concernant nos valeurs de rétention entre les modalités utilisant des ratios d'entrainement en direct plus important (III, IVI) par rapport à celles avec de plus hauts ratios d'entrainement enregistré (VVV et VIV) peut s'expliquer en plus de la motivation par rapport au contexte dans lequel s'est déroulé les 2 études. En effet, il est possible que le contexte de la pandémie de COVID-19 (confinements et distanciation sociale associés) ait modulé l'importance de la nécessité de satisfaction de certains des besoins psychologiques au profit des autres. Plus spécifiquement, il se pourrait que le besoin de parenté ait pris le dessus sur le besoin d'autonomie du fait de l'isolement social auquel étaient confrontés les participants et de l'augmentation du sentiment de solitude constaté durant la COVID-19 (Killgore *et al.*, 2020; Su *et al.*, 2023). En cela, ces facteurs potentiels viennent appuyer nos résultats concernant de meilleurs taux de rétention obtenus dans les modalités ayant les plus hauts ratios d'entrainement en direct. Cependant, ce constat nécessite d'être confirmé par d'autres études évaluant précisément l'évolution de la motivation intrinsèque et de la résilience durant la COVID-19 ou des périodes d'isolement/stress intenses chez les ainés vivant la communauté.

À la lumière de nos résultats et de ceux présents dans la littérature, nous sommes confiants de conclure positivement sur le fait que les programmes d'AP à distance virtuels (synchrone, asynchrone et mixtes) sont faisables et acceptables par les participants et peuvent être utilisés à

plus grande échelle par la communauté scientifique afin d'étudier leurs effets à court et moyen terme sur la santé physique des ainés.

5.2.2 Efficacité des modalités d'intervention à distance.

Faisant suite aux résultats encourageants concernant la faisabilité et l'acceptabilité des modalités d'intervention à distance, la littérature scientifique évaluant les effets de ces modalités pour contrer les déconditionnements physiques à court terme s'est également développée. Les preuves scientifiques suggèrent que ces interventions peuvent être bénéfiques pour améliorer la santé physique, la santé mentale et la qualité de vie des participants. Par exemple, une étude menée par Benavent-Caballer et al. (2016) a comparé des entrainements à distance (exercices préenregistrés) durant 16 semaines à un groupe contrôle en incluant 51 ainés asymptomatiques vivant dans la communauté. Tout d'abord, cette étude a mis en évidence une bonne rétention et adhérence pour le groupe intervention. De plus, les résultats mettent en évidence une amélioration significative et plus importante des niveaux de mobilité obtenus via le test du Timed-Up and Go et le test de la marche de 4m, d'équilibre bipodal, d'équilibre unipodal et de force des membres inférieurs chez le groupe exercice comparativement au groupe contrôle (Benavent-Caballer *et al.*, 2016). Par ailleurs, une étude randomisée et menée par Ballin et al. (2020) a montré suite à une intervention de 16 semaines qu'une intervention en ligne (exercices préenregistrés) était aussi efficace pour perdre de la masse grasse et favoriser le maintien de la masse maigre chez des adultes âgés (60 ans et plus) et obèses que pour ceux ayant suivi la même intervention, mais supervisé en laboratoire et en groupe [groupe témoin ; (Ballin *et al.*, 2020)]. En revanche, ces auteurs mettent en avant une différence clinique de perte de tissu adipeux viscéral plus importante (- 100g) dans le groupe supervisé en laboratoire, laissant supposer que cette modalité a eu un effet plus important sur ce marqueur. Ces auteurs suggèrent que les entrainements à distance peuvent être une alternative fiable aux entrainements en laboratoire du fait de la grande adhérence (>85%) des participants à cette modalité et de leurs effets significatifs (Ballin *et al.*, 2020). De plus, d'autres études utilisant la même modalité d'entrainement à distance ont également démontré des résultats efficaces concernant le gain de puissance musculaire à l'aide de bonnes performances au test de lever de chaise ainsi qu'une baisse de la masse grasse totale chez les ainés (Kis *et al.*, 2019; Vitale *et al.*,

2020). Ainsi, ces études démontrent que les entrainements à distance asynchrones ont des effets bénéfiques sur les performances physiques et la fonction musculaire des ainés à court terme, ce qui confirme les résultats obtenus pour la modalité d'intervention VVV de notre étude Webex-1. En revanche, nos résultats obtenus pour cette modalité sur les CF sont plus nuancés, car le groupe VVV a certes obtenu une amélioration de la vitesse de marche normale, mais aucun effet sur le score total au SPPB n'a été observé. Cependant, nos participants avaient un niveau fonctionnel élevé pré-intervention [score total au SPPB >10 ; (Guralnik, Ferrucci et al. 2000)] et ont conservé ce même niveau à la fin de l'intervention ce qui veut dire que la puissance des entrainements proposés dans notre intervention n'a peut-être pas été suffisante pour améliorer leurs performances spécifiques à ce test. Il faut également noter que les études précédemment citées présentent des taux de rétention plus haut que les nôtres, mais des taux d'adhésion similaires, ce qui peut avoir une implication importante dans les résultats. Une revue systématique, appuyant ces résultats, a fourni des preuves que la technologie offre une méthode bien acceptée pour offrir aux personnes âgées des opportunités d'exercice engageantes avec des taux d'adhésion élevés pour les interventions supervisées et non supervisés tout au long de 12 premières semaines d'intervention (Valenzuela *et al.*, 2018). Cependant, d'autres études ont démontré que le sentiment d'appartenance (Mehra *et al.*, 2016) ainsi que le soutien oral fourni par des entraineurs (Mohr *et al.*, 2011) étaient essentiels lors de la conception de programmes d'intervention chez les ainés afin d'améliorer la motivation des participants et de promouvoir la rétention. Ce point peut avoir joué un grand rôle dans notre étude sur la diminution de la rétention, car nos participants ont été évalués durant la COVID-19 ou le sentiment de solitude était très important (Killgore *et al.*, 2020; Su *et al.*, 2023) et les interactions sociales limitées. Ainsi, il est possible que l'impact de la COVID-19 ait fortement joué sur la motivation de certains participants ayant un sentiment de solitude ou un besoin d'interaction plus important qui ne pouvait plus être satisfait par leur vie extérieure, contrairement aux études précédemment citées. Surprenamment, nous observons que contrairement à ces études, le sentiment de solitude est resté stable chez les participants ayant complété notre étude avec la modalité d'intervention en vidéo (VVV).

Par ailleurs, d'autres études se sont elles intéressées aux entrainements à distance, mais effectués, cette fois-ci, de manière synchrone, c'est-à-dire en direct et interactif. Ces dernières ont également démontré des effets prometteurs pour cette modalité chez les ainés. Par exemple, Tiedemann et al. (2020) ont examiné les effets d'un programme d'exercice en groupe et en direct via l'application de

vidéo-conférence Zoom© sur la fonction physique et la qualité de vie des personnes âgées isolées en Australie pendant la pandémie de COVID-19. Les résultats ont montré une amélioration significative de la force musculaire, de la mobilité et de la qualité de vie après six semaines d'intervention (Tiedemann, 2020). De même, une étude menée par Dyrstad et al. (2020) a examiné l'effet d'un programme de danse en ligne et en direct sur la fonction physique, la santé mentale et la qualité de vie des personnes âgées isolées en Norvège. Les résultats ont montré une amélioration significative de la force musculaire, de la capacité cardiorespiratoire, de la santé mentale et de la qualité de vie après douze semaines d'intervention. (Dyrstad, 2020). Une autre étude, utilisant l'application de vidéo-conférence Zoom©, a évalué l'effet d'un programme d'AP basé sur des exercices de type corps et esprit pendant 8 semaines à raison d'une séance de 60 minutes par semaine sur la douleur chronique et le déclin cognitif des ainés (Mace *et al.*, 2021). Les résultats ont montré que le groupe avec l'intervention a connu une amélioration significative plus importante de la douleur chronique, de la qualité de vie, du fonctionnement cognitif (mémoire verbale et fonction exécutive) et de la fonction physique par rapport au groupe témoin. Une autre étude utilisant l'application de vidéo-conférence Skype©, a elle aussi examiné les effets d'un programme d'exercice à distance en résistance de 12 semaines sur la sarcopénie de personnes âgées vivant dans la communauté comparativement à un groupe témoin (Hong *et al.*, 2017). Les résultats ont montré une amélioration significativement supérieure de la masse et de la force musculaires (qui sont des facteurs inclus dans la définition de la sarcopénie), de l'équilibre et de la vitesse de marche dans le groupe entrainé à distance par rapport au groupe témoin qui est resté stable. Enfin, une autre étude utilisant cette fois-ci la vidéo-conférence via Facebook©, a elle examiné les effets des entrainements à distance de 12 semaines sur la condition physique et la santé fonctionnelle des personnes âgées vivant dans la communauté comparativement à un groupe témoin (Chang *et al.*, 2021). Les résultats ont montré une amélioration significativement plus importante de la santé fonctionnelle (TUG, test assis-debout et équilibre) et de la force musculaire pour le groupe expérimental par rapport au groupe témoin qui est lui rester stable. Finalement, une revue systématique examinant les effets des interventions d'exercice en ligne en groupe et en direct a mis en évidence que ce type d'intervention pouvait améliorer la force musculaire, l'équilibre, la souplesse et la capacité aérobie des personnes âgées (Fernandez *et al.*, 2022). Ainsi, ces études démontrent que les entrainements à distance en direct ont des effets bénéfiques sur les performances physiques des ainés à court terme, ce qui confirme les résultats obtenus pour la

modalité d'intervention III de notre étude Webex-1. Ces études confirment une nouvelle fois nos résultats obtenus concernant les améliorations de la fonction musculaire et des CF, mais nos résultats apportent également de nouvelles perspectives. En effet, nos résultats démontrent une amélioration de la vitesse de marche normale et rapide en accord avec les études précédentes, mais également un effet sur le score total obtenu au SPPB qui n'avait été à notre connaissance pas encore observé avec l'utilisation de ce type de modalité.

En revanche, même si toutes les études précédemment citées démontrent les effets positifs des interventions effectuées à distance (en direct ou asynchrone), celles-ci démontrent uniquement leur efficacité comparativement à un groupe contrôle ou un groupe entrainé en laboratoire, mais jamais en comparant une modalité à distance à une autre (synchrone *vs.* asynchrone). En cela, les résultats de nos deux premières études réalisées pour ce doctorat trouvent leur place dans cette perspective afin d'évaluer le format le plus optimal. Les résultats observés lors de notre étude #1 et #2 ont été récemment validés par une étude évaluant les effets de différentes modalités d'entrainement en ligne chez des hommes jeunes en bonne santé (Daveri *et al.*, 2022). Cette étude a elle aussi montré que les deux groupes d'entrainement en ligne (interactif ou asynchrone) ont montré des améliorations équivalentes en termes de force, de puissance et d'endurance musculaires. De plus, les auteurs concluent que le groupe entrainé de manière synchrone avait de plus grande amélioration au niveau des capacités cardiovasculaires que le groupe entrainé de manière asynchrone.

Cependant, aucune étude à notre connaissance n'a comparé les effets de modalités utilisant des ratios différents d'entrainement interactif ou vidéo. Les résultats obtenus dans notre étude #2 viennent valider nos hypothèses ainsi que les résultats présentés ci-dessus obtenus dans la littérature sur les modalités d'intervention 100% interactive (III). Nos résultats démontrent que la modalité avec le ratio d'entrainement interactif en direct le plus important (IVI) a permis une plus grande amélioration des CF et performances musculaires que le groupe avec une majorité d'entrainements enregistré (VIV). En cela nos résultats sur cet aspect sont certes novateurs et prometteurs concernant les modalités mixtes, mais nécessitent d'être validés par d'autres études sur le sujet afin de pouvoir tirer des conclusions définitives. En effet, si ces résultats sont confirmés par d'autres études, ces modalités pourraient amener une alternative viable, plus inclusives et moins onéreuses aux interventions face à face. De plus, l'utilisation d'une intervention en direct, en ligne

et entièrement à distance présente certaines limites, qui pourraient affecter son évolutivité. En situation réelle, l'intervention en direct nécessite la présence d'un kinésiologue à chaque séance et est donc plus coûteuse et logistiquement plus complexe qu'une intervention entièrement enregistrée. Ainsi, des études plus développées sur ces modalités mixtes vont permettre d'affiner les recommandations de santé publique et d'aider les professionnels de santé à proposer la meilleure modalité à leurs patients en fonction de leur motivation, mais aussi de leur situation financière, de leur emploi du temps ou encore de leurs contraintes de déplacement (manque de transport, contraintes météorologiques, etc.).

Finalement, nos deux études démontrent que ces modalités d'interventions à distance, en plus d'être efficaces, sont utilisables, implantables, faisables et acceptables en temps d'isolation sociale et de déconditionnement imposé et présentent donc une alternative viable pour continuer de promouvoir l'AP auprès des ainées. De plus, même si d'autres modalités à distance, comme les exergames, ont également démontré leurs faisabilité, acceptabilité et efficacité pour contrer les déconditionnements chez les ainés (Lauzé *et al.*, 2018; Martel *et al.*, 2018), celles-ci nécessitent une installation de matériel spécifique au domicile du participant alors que les modalités à distance étudiées dans nos études #1 et #2 ne nécessitent que du matériel déjà en possession des ainés dans plus de 75% des cas soit un ordinateur et une connexion internet. Ce point est important, car il confère à ces modalités une possibilité d'implantabilité à plus grande échelle en s'affranchissant de la nécessité de matériels physique spécifique et en simplifiant son utilisation.

En résumé, la littérature actuelle suggère que les interventions à distance ont des effets bénéfiques sur la santé physique, la santé mentale et la qualité de vie à court terme chez les aînés. Les résultats démontrent que ces interventions peuvent être efficaces pour contrer les déconditionnements physiques à court terne en améliorant la mobilité, l'équilibre, la force musculaire et la perte de masse grasse. De plus, les études examinant les interventions synchrones en direct ont également démontré des effets positifs supérieurs aux modalités asynchrones sur la fonction physique, la santé mentale et la qualité de vie des aînés. Cependant, étudier les effets à moyen terme de ces modalités d'intervention pour contrer les déconditionnements physiques chez les ainés est important puisque le désentrainement peut accélérer le vieillissement et contrer les bénéfices de la pratique d'AP. Or, peu d'études ont examiné cet aspect.

5.3 Les modalités d'intervention à distance permettent-elles de contrer les déconditionnements physiques à moyen terme ?

À notre connaissance aucune étude n'a effectué de suivi à moyen terme en comparant des modalités d'entrainements à distance virtuels synchrones, asynchrones et mixtes les unes aux autres chez des personnes âgées en santé et vivant dans la communauté.

L'article 3 montre qu'à la suite de l'arrêt de l'intervention, les effets du désentrainement ont provoqué une détérioration significative de la puissance et l'endurance musculaires des membres inférieurs pour tous les groupes par rapport aux valeurs post-intervention. Néanmoins, par rapport aux valeurs post-intervention, la vitesse de marche normale n'a diminué significativement que pour VVV tandis que le statut fonctionnel (SPPB score) s'est amélioré pour les groupes IVI et VIV et est restée stable pour les groupes VVV et III. Ces résultats sont concordants avec une méta-analyse qui démontre une baisse significative des capacités physiques (fonctionnelles et musculaires) suite à un désentrainement (McEwan *et al.*, 2020). En revanche, une étude a observé qu'un programme d'entrainement en ligne asynchrone permettait de conserver la force musculaire des membres inférieures après un an de désentrainement comparativement à un groupe témoin chez des aînés atteints de maladie pulmonaire obstructive chronique (Chen YW, 2013). La différence entre nos résultats et ceux de cette étude pourrait venir du fait que les participants de cette étude étaient atteints d'une maladie chronique alors que nos participants étaient asymptomatiques et vivant dans la communauté ce qui peut avoir amené plus d'efficacité au programme que ces auteurs ont mis en place. De ce fait, ces derniers avaient plus de déficits physiques que notre population. Cependant, pour valider cette hypothèse, nos résultats seraient à comparer avec un groupe témoin du même niveau fonctionnel que celui de nos 4 groupes d'AP.

Par contre, lorsqu'on compare nos résultats obtenus au suivi à ceux pré-entrainement (effet du déconditionnement) concernant la fonction musculaire, on observe qu'après un an, la puissance et l'endurance musculaires sont supérieures, et ce pour toutes les modalités d'AP à distance. Malheureusement, la littérature traitant des comparaisons entre suivi et pré-entrainement pour les modalités d'entrainement à distance est à notre connaissance inexistante pour le moment, ce qui ne nous permet pas de comparer nos résultats directement. Néanmoins, une étude ayant investigué les effets d'une période de désentrainement courte (16 semaines de désentrainement) suite à un entrainement en résistance de 16 semaines en laboratoire chez des personnes inactives et âgées de 55 à 75 ans a rapporté que le niveau de force musculaire était significativement plus élevé que les

valeurs obtenues pré-entrainement (Coetsee and Terblanche, 2015). Cependant, une étude menée par Vogler et al. (2012) a elle observé que, si la pratique des exercices n'était pas maintenue, les bénéfices étaient perdus rapidement voire devenaient moins bons qu'avant l'intervention (Vogler *et al.*, 2012). Cette différence entre les 2 études peut venir du fait que dans l'étude de Vogler et al., les participants inclus venaient d'avoir leurs congés de l'hôpital et ainsi avaient des niveaux fonctionnels plus faibles. Or, il est connu que le séjour hospitalier même à la sortie accélère le déclin iatrogène (Sherrington *et al.*, 2011) puisque les non fragiles et fragiles avant l'hospitalisation ont entre 3 et 10 fois plus de risque d'avoir des incapacités (Sirois *et al.*, 2013). De plus, le niveau d'AP post-intervention pourrait être une autre raison puisqu'une revue de littérature conclut que le fait de continuer à pratiquer de l'AP après un entrainement diminue les effets du désentrainement (Bosquet *et al.*, 2013). Une autre étude menée par Hauer et al. (2003) a elle mit en évidence que les ainés récemment sortis de l'hôpital étaient incapables de maintenir des niveaux d'AP adéquats après avoir suivi un programme d'entrainement physique spécifique (Hauer *et al.*, 2003). Or, les participants de notre étude #3 avaient au suivi des niveaux d'AP les classant comme « modérément actif » selon les critères du questionnaire IPAQ (Craig *et al.*, 2003). Cette différence entre les habitudes de vie des participants peut donc avoir joué un grand rôle sur la magnitude du désentrainement que les participants ont expérimenté entre ces études.

Plus spécifiquement, nos résultats ont montré une amélioration statistiquement significative de la vitesse de marche normale, mais également cliniquement significative et supérieure à 0,10m.s^{-}1, ce qui représente un seuil clinique lié à une réduction potentielle du risque de mortalité de 17% chez les personnes âgées (Guralnik *et al.*, 2000). De plus, nos résultats ont démontré que seuls les groupes avec des ratios de modalité mixte (soit IVI et VIV) ont amélioré leur score SPPB entre le début et la fin de l'étude, tandis que les groupes III et VVV sont eux restés stables. Nos résultats montrent également que tous les groupes ont obtenu une amélioration clinique des valeurs de SPPB (allant de 0,4 à 1,5 point) ce qui est reconnu pour diminuer le risque d'apparition d'événements indésirables (Guralnik *et al.*, 2000). En revanche, il convient de noter que même si, les groupes III et VVV n'ont pas amélioré statistiquement leur performance au SPPB, ceux-ci avaient déjà des scores élevés au SPPB (>10/12) les classant sans incapacités (Guralnik *et al.*, 1994) et étaient statistiquement différents pré-intervention des deux autres groupes (III : 11.2 *vs.* VVV : 11.1 *vs.* IVI : 8.9 *vs.* VIV : 8.7 points; $p<0.001$) ce qui pourrait expliquer cette différence d'évolution entre les 4 groupes. Ces résultats sont intéressants, car la littérature antérieure observait une diminution

significative du score SPPB après un entrainement de force musculaire et un retour au niveau de base après une période de désentrainement de 36 semaines (Zech *et al.*, 2012) ou encore une baisse clinique de 1,2 ± 2,7 points après une période de désentrainement de 4 mois (Fernández-García Á *et al.*, 2022).

5.4 Les modalités d'intervention à distance sont-elles un bon outil pour favoriser la pratique de l'activité physique à moyen / long terme chez les ainés ?

La question de savoir si les modalités d'intervention à distance sont un bon outil pour lutter contre l'inactivité physique et les comportements sédentaires via la pratique de l'AP chez les ainés a fait l'objet d'un certain nombre d'études scientifiques ces dernières années. Dans leur ensemble, les résultats demeurent mitigés, mais globalement encourageants. En effet, plusieurs études scientifiques suggèrent que les interventions à distance sont un bon outil pour favoriser l'AP chez les ainés à court terme. Par exemple, une revue systématique réalisée par Dorri et al. (2020) concernant les interventions de santé électronique (eHealth) telle que des applications mobiles, des sites web interactifs et des programmes d'exercices à domicile et visant à améliorer l'AP chez les patients atteints de cancer du sein a montré que ces interventions issues de 16 études étaient efficaces pour augmenter l'AP, mais également que les interventions les plus efficaces étaient celles qui étaient basées sur des programmes d'exercices spécifiques, adaptés aux besoins individuels des patients, et qui fournissaient un soutien en temps réel, comme des messages de rappel et des commentaires personnalisés (Dorri *et al.*, 2020). Une autre revue systématique réalisée par Muellmann et al. (2018) a elle évalué l'efficacité des interventions de type eHealth (applications mobiles, des sites web, des jeux sérieux, des messages texte, des systèmes de suivi d'activité et des programmes de visioconférence en direct) pour promouvoir l'AP chez des ainés sains. Les auteurs concluent que les interventions eHealth étaient efficaces pour améliorer l'AP chez les ainés avec une augmentation moyenne de 1,26 heure par semaine d'AP modérée à vigoureuse et que les interventions les plus efficaces étaient celles qui combinaient plusieurs composantes, telles que la formation, le suivi, la rétroaction et la gamification (Muellmann *et al.*, 2018). Finalement, une autre étude de 12 semaines menée par Bosco et al. (2022) avait elle pour but d'évaluer l'efficacité d'une intervention en ligne (des vidéos en ligne, des conseils de santé, des défis hebdomadaires et des encouragements par courriels et SMS) pour augmenter l'AP chez les ainés pendant la pandémie de COVID-19 comparativement à un groupe contrôle. Cette initiative a rapporté que les participants

du groupe d'intervention ont significativement augmenté leur nombre de pas quotidiens par rapport aux participants du groupe témoin (Bosco *et al.*, 2022). Également, une étude menée par Chiu et al. (2020) qui elle visait à évaluer l'efficacité d'une intervention en ligne en direct via Zoom pour promouvoir la pratique d'AP chez les ainés comparativement à un groupe témoin qui lui devait continuer à mener sa vie habituelle. Leurs résultats ont montré que le groupe expérimental avait significativement augmenté son niveau d'AP après l'intervention en ligne, alors que le groupe témoin n'avait pas montré de changement significatif (Chiu, 2020). Ainsi, les auteurs de ces différentes études recommandent l'utilisation des interventions à distance pour promouvoir l'AP et lutter contre l'inactivité physique chez les ainés, et ce, en particulier pendant les périodes de confinements et de restrictions.

Concernant la sédentarité, plusieurs études ont montré que les entrainements en ligne, qu'ils soient interactifs ou enregistrés, peuvent être efficaces pour réduire la sédentarité et augmenter l'AP chez les ainés. Par exemple, une étude menée par Rees-Punia et al. (2022), chez des participants survivants de cancers et sédentaires, a montré que l'intervention en ligne a entrainé une réduction significative du temps de sédentarité de 1,89 heure par jour en moyenne par rapport au groupe témoin qui lui a maintenu son temps de sédentarité (Rees-Punia *et al.*, 2022). Cette étude est venue confirmer les résultats d'une autre étude plus ancienne menée par Trinh et al. (2018) qui avait évalué l'effet d'une intervention en ligne asynchrone de 12 semaines chez des participants atteints du cancer de la prostate et qui avait constaté une diminution moyenne du temps sédentaire mesuré par accéléromètre de 65 min/jour et une augmentation moyenne d'AP de 6 min/ jour (Trinh *et al.*, 2018). De plus, une revue systématique de Foster et al. (2013), chez des ainés sains, a examiné les effets des interventions en ligne sur la promotion de l'AP auprès de 35 essais contrôlés randomisés avec un total de plus de 6000 participants. Les auteurs concluent que les interventions en ligne ont eu un effet positif sur la réduction du temps passé en position assise ou en position couchée chez les participants. Cependant, l'ampleur de cet effet était modeste et les interventions qui utilisaient des traqueurs d'AP et des rappels par SMS étaient les plus efficaces pour réduire la sédentarité alors que les interventions qui utilisaient des forums de discussion et des groupes de soutien en ligne n'ont pas montré d'effet significatif sur la réduction du temps passé en position assise ou en position couchée (Foster *et al.*, 2013). Une revue systématique menée par Direito et al. (2017) a examiné, via 28 essais contrôlés randomisés, portant sur un total de 5 399 participants âgés de 60 ans et plus, les interventions utilisant les technologies mobiles (mHealth) comprenant des

applications mobiles, des SMS, des appels téléphoniques automatisés, des moniteurs d'activité et des jeux interactifs pour influencer les comportements liés à l'AP et à la sédentarité. Les auteurs rapportent une augmentation moyenne de 1 850 pas/jour et une diminution moyenne de 25 minutes de temps sédentaire/jour (Direito *et al.*, 2017). Or, une autre étude réalisée par Muellmann et al. (2019) évaluant les effets de deux interventions en ligne asynchrone (une avec des conseils généraux sur l'AP et une avec des conseils spécifiques sur l'AP adaptée aux capacités individuelles) sur la promotion de l'AP chez les ainés a elle infirmée ces résultats. Les résultats ont montré que les deux interventions en ligne n'ont pas entrainé d'augmentation significative de la pratique d'AP ni de diminution du temps de sédentarité par rapport au groupe témoin (Muellmann *et al.*, 2019). En revanche, les auteurs de cette étude dénoncent de sérieuses limites pouvant nuancer leurs résultats comme un niveau de pratique d'AP déjà élevé pour leurs participants (environ 90 min d'AP physique élevée à modérée par jour) et des problèmes technologiques récurrents concernant l'utilisation des accéléromètres par leurs participants. Ainsi toutes ces études mettent en évidence des effets concernant l'impact des modalités d'intervention à distance pour contrer la sédentarité même si l'ensemble de ces auteurs soulignent toutefois que la qualité des preuves est faible à modérée et que des recherches supplémentaires sont nécessaires pour confirmer ces résultats afin de comprendre comment les interventions en ligne peuvent être optimisées pour réduire la sédentarité.

En ce qui concerne la littérature concernant les effets à moyen / long terme des modalités d'entrainement à distance sur l'inactivité physique et la sédentarité, celle-ci s'avère être éparse, ce qui rend l'extrapolation de nos observations plus complexe. Cependant, les résultats obtenus lors de notre étude de suivi à moyen terme comparant des modalités d'intervention à distance avec différents ratios d'entrainement interactif en direct ont démontré que la dépense énergétique d'AP a augmenté de manière significative uniquement dans le groupe avec le plus haut ratio d'entrainement interactif (III) avec une hausse de 592 mets/semaine entre l'inclusion et le suivi, ce qui signifie qu'ils pratiquent plus d'AP. Cependant, pour les groupes avec une dominance d'entrainement enregistré asynchrone (VVV et VIV), une augmentation de leur temps de sédentarité lors du suivi par rapport au départ et une diminution significative de la pratique d'AP au cours de la semaine (-723 mets/semaine) sont observés. Ainsi, les deux groupes avec dominance d'entrainement interactif présentent un temps sédentaire plus faible que les groupes VVV et VIV au suivi (III : 7h/jour et IVI : 7h30/jour *vs.* VVV : ∼10h/jour et VIV : 9h30/jour) et ces derniers

sont restés en dessous du seuil clinique de sédentarité de 8h qui est utilisé pour considérer une personne non sédentaire (Bull *et al.*, 2020). Ainsi, nos résultats à moyen terme semblent confirmer les effets à court terme des modalités d'entrainement à distance en permettant de contrer l'inactivité physique chez les ainés et amènent de nouvelles perspectives concernant leurs effets pour contrer la sédentarité. De plus, ces résultats démontrent également que les modalités avec un ratio plus élevé de session interactive (III et IVI) semblent plus bénéfiques pour permettre une pratique durable de l'AP et une réduction de la sédentarité chez les ainés vivant dans la communauté. Fait intéressant, ces observations ne semblent pas influencées par les niveaux d'adhérence durant l'intervention puisque, quelle que soit la modalité, cette dernière est d'au moins 70% soit 8 semaines (25/36 séances). Ce résultat est cohérent avec la littérature qui démontre que la pratique régulière d'une AP pendant au moins 6 semaines était suffisante pour développer de nouvelles habitudes (Rhodes *et al.*, 2020) et ce même chez les ainés (Knittle *et al.*, 2012).

Une revue systématique menée par Mönninghoff et al. (2021) consistait à évaluer l'efficacité à moyen / long terme des interventions d'AP basées sur la technologie mobile (mHealth) dans la promotion de l'AP chez les adultes. Cette revue a analysé les données de 16 essais portant sur 7 694 participants âgés de 18 à 84 ans et rapportant des données sur les effets à moyen terme (≥6 mois après la fin de l'intervention). Les résultats ont montré que les effets à moyen / long terme des interventions mHealth étaient limités. Plus spécifiquement, les interventions mHealth étaient associées à une augmentation de 242 minutes d'AP par semaine à court terme, mais cette augmentation n'a été maintenue que de façon marginale à moyen terme (54 minutes par semaine) avec des résultats qui variaient considérablement selon les études (Mönninghoff *et al.*, 2021). En revanche, une autre revue systématique (27 essais contrôlés randomisés portant sur un total de 10 659 participants) menée par Peng et al. (2022) visait à évaluer l'efficacité des interventions de santé électronique (e-health) pour promouvoir l'AP et à réduire la sédentarité chez les étudiants universitaires à moyen / long terme rapporte une augmentation significative de l'AP et une réduction non significative de la sédentarité (-30min/jour en moyenne) six mois ou plus après l'intervention suggérant un maintien à moyen terme. Il est important de noter que les auteurs ont utilisé une période de six mois comme critère pour définir les effets à moyen / long terme, ce qui peut être considéré comme relativement court et être plus considérés comme des effets à moyen terme.

Ainsi, les études scientifiques menées sur les modalités d'intervention à distance pour favoriser la pratique d'AP et réduire la sédentarité chez les ainés ont des résultats mitigés, mais globalement encourageants. Les interventions à distance, telles que des applications mobiles, des sites web interactifs, des programmes d'exercices spécifiques, adaptés aux besoins individuels des participants, et qui fournissent un soutien en temps réel, sont considérées comme étant les plus efficaces. De plus, les auteurs de ces différentes études recommandent l'utilisation des interventions à distance pour promouvoir l'AP chez les aînés, en particulier pendant les périodes de confinement et de restrictions de mouvement. Suite à ce constat, la question que l'on peut se poser est la suivante : pourquoi les entrainements virtuels effectués à distance seraient efficaces pour contrer la sédentarité et l'inactivité physique à moyen / long terme alors que ceux réalisés face à face en laboratoire peinent à changer les habitudes de vie et que plus de 50% des ainés sont inactifs ? La réponse à cette question fait l'objet de recherches actuelles, mais aucune des études à notre connaissance ne s'inscrit dans une démarche de dualité entre les entrainements réels et virtuels. Il existe plusieurs études qui suggèrent que les entrainements virtuels à distance peuvent être efficaces pour contrer la sédentarité et l'inactivité physique à moyen / long terme. Premièrement, une étude menée par Conroy et al. (2019) a montré que les personnes âgées préféraient les entrainements virtuels à distance à cause de leur accessibilité et leur flexibilité (Conroy, 2019). Ces auteurs mettent en avant que les entrainements virtuels à distance sont plus accessibles et flexibles que les entrainements en laboratoire, car ils peuvent être effectués à partir de chez soi et à des moments qui conviennent à l'individu (différentes périodes d'exercice et le choix du lieu), ce qui peut encourager une plus grande participation et une pratique régulière de l'AP. Cette perspective proposée par ces auteurs est également appuyée par Mehra et al. (2016) qui ont montré que les personnes âgées reconnaissent un certain nombre d'avantages d'exercices supplémentaires à domicile, car cela leur permet d'adapter les exercices à leurs objectifs et besoins personnels dans une plus grande mesure en termes de niveau de difficulté, de vitesse et de timing, par rapport aux exercices en groupe (Mehra *et al.*, 2016). Cependant, en contrepartie, les personnes âgées craignent également de ne pas pouvoir bénéficier des conseils qu'elles reçoivent lors d'exercices en groupe dirigés par un instructeur et donc soulignent le fait que les programmes d'exercices à distance doivent contenir des instructions détaillées sur la manière d'effectuer les exercices correctement et en toute sécurité (Picorelli *et al.*, 2014). Deuxièmement, une étude menée par Vandelanotte et al. (2018) a montré que les entrainements virtuels à distance peuvent fournir un support social

important et que celui-ci était associé, chez les aînés, à des niveaux plus élevés par rapport aux programmes en laboratoire (Vandelanotte *et al.*, 2019). En effet, les interactions sociales peuvent être facilitées grâce aux plateformes de communication ou les groupes de soutien en ligne, et ce même en étant dans des zones plus reculées ou isolées momentanément (confinement, blessure, événements météorologiques, etc.), ce qui peut encourager une pratique régulière de l'AP. Le souhait de s'engager socialement est ressorti comme étant un point important et doit être particulièrement pris en compte lors de la planification future des interventions d'AP, car l'AP est considéré comme une opportunité d'entrer en contact avec l'environnement social respectif chez les ainés (Jenkin *et al.*, 2017). Finalement, les entrainements virtuels à distance peuvent également offrir un suivi personnalisé au participant au travers d'appels fréquents ou de suivi planifié, ce qui peut aider les individus à maintenir une pratique régulière de l'AP et ainsi permettre d'augmenter le sentiment de compétence qui influence la motivation intrinsèque (Boekhout *et al.*, 2017). Les technologies portables et les applications de santé peuvent être utilisées pour surveiller les comportements et les habitudes de l'individu en temps réel, ce qui permet d'adapter les programmes d'entrainement en fonction des besoins individuels. Également, les études utilisant de l'AP avec plus de supervision et de contacts par SMS ou courriel avec les participants ont eu de meilleurs bénéfices que les études avec peu de contacts (Vandelanotte *et al.*, 2007).

En conclusion, ces raisons peuvent expliquer pourquoi les entrainements virtuels à distance peuvent être plus efficaces que les entrainements en laboratoire pour contrer la sédentarité et l'inactivité physique à moyen / long terme chez les personnes âgées. Il convient toutefois de noter que les programmes d'entrainement doivent être adaptés aux besoins et aux capacités individuelles de chaque personne pour garantir leur efficacité. Cependant, ce champ de recherches étant toujours en expansion, d'autres études sont nécessaires sur le sujet afin de pouvoir conclure sur les effets de ces modalités d'entrainement sur le maintien des habitudes de vie en AP chez les ainés.

5.5 Les modalités d'intervention à distance permettront-elles de faciliter la mise en place de l'activité physique dans les politiques de santé publique ?

La promotion de l'AP est un enjeu majeur de santé publique tant à l'international qu'à l'échelle de chaque pays. En effet, l'OMS recommande, depuis un certain nombre d'années, la promotion de l'AP au sein des populations afin de lutter contre toutes les causes de mortalités associées à

l’inactivité et ainsi préserver la santé et la qualité de vie (OMS, 2022). Cependant, la mise en place de programmes efficaces pour inciter les populations à adopter un mode de vie actif demeure un défi en raison de divers obstacles tels que les contraintes de temps, les limitations de mobilité, le manque d’accès à des infrastructures ou ressources humaines, les conditions climatiques défavorables ou les limites budgétaires. Dans cette sous-section, nous allons discuter de comment ou non ces obstacles peuvent être surmontés en proposant des programmes d'AP à distance via des moyens virtuels, tels que des plateformes en ligne en direct ou des vidéos préenregistrées.

En premier lieu, un des enjeux mis de l’avant par la littérature scientifique pouvant jouer un rôle sur la pratique d’AP et notamment dans les pays avec de fortes variations de température durant l’année (par exemple au Canada), est les conditions météorologiques [neige, verglas, températures extrêmes de chaleur ou froid intense ; (Ebi *et al.*, 2021)]. D’ailleurs, une revue systématique réalisée par Tucker et Gilliland (2007) a montré que la saison et le temps ont une influence significative sur la pratique d’AP. Plus spécifiquement, via les 49 études incluses dans la revue systématique, les auteurs concluent que les gens étaient moins actifs pendant les mois d'hiver et les périodes de mauvais temps, tels que les jours de pluie ou de neige, mais qu’ils étaient plus actifs pendant les mois d'été et les périodes de beau temps (Tucker et Gilliland, 2007). Une autre étude menée par Shephard et Aoyagi (2009) a examiné les variations la pratique d’AP en lien avec les variations saisonnières en se concentrant sur l'impact de la lumière du jour et des températures. Les auteurs ont constaté que la pratique d’AP varie selon les saisons, avec une augmentation en été et une diminution en hiver (Shephard et Aoyagi, 2009). Les raisons rapportées face à cette variation saisonnière sont multiples et semblent principalement être les conditions météorologiques, les changements dans les comportements sociaux, la disponibilité des équipements sportifs et les changements de luminosité. Les auteurs ont également constaté que la variation saisonnière de l'AP semble aussi varier en fonction de l'âge, du sexe, du niveau socio-économique et de la situation géographique (Shephard et Aoyagi, 2009). Finalement, une autre étude menée par Bezerra et al. (2018) s'intéressant à l'effet des saisons sur la condition physique des personnes âgées confirme ces conclusions. Plus spécifiquement les auteurs ont montré que la force et l'endurance musculaires étaient significativement meilleures en été, tandis que la flexibilité n'était pas significativement différente entre les deux saisons et que l’équilibre s’améliore significativement plus en hiver qu’en été (Bezerra *et al.*, 2018). Finalement, une solution viable permettant de contrer ces effets néfastes des changements saisonniers sur la pratique d’AP semble être de se tourner vers les entrainements

virtuels d'AP qui sont de plus en plus populaires chez les personnes de 60 ans et plus en raison de leur flexibilité (Lynch, A. M. *et al.*, 2023), de leur accessibilité (Marcus *et al.*, 2000), de leur implantabilité dans le foyer réduisant ainsi les besoins de déplacements et de contraintes météorologiques (Haynes, A. *et al.*, 2022) ou encore durant des périodes d'isolations subies (Sui *et al.*, 2022).

Un autre enjeu souvent mentionné comme impactant la pratique d'AP dans la littérature est le fait de vivre dans des régions rurales ou éloignées où l'accès aux infrastructures (centres de fitness; programmes d'AP spécifique ou adapté) et aux ressources humaines (kinésiologue spécialisé en gérontologie) est limité. En effet, une étude menée par Baldock et al. (2014) a examiné les obstacles et les facilitateurs à la participation à des programmes d'AP chez les ainés vivant dans des zones rurales. Cette dernière a montré que les obstacles les plus fréquents étaient le manque de transport, le coût, l'éloignement géographique et les problèmes de santé alors que les facilitateurs étaient les centres d'AP locaux, les programmes de transport, la disponibilité des activités et la socialisation (Baldock, 2014). Une autre étude menée par Kolt et al. (2007) a aussi examiné l'effet de la distance géographique sur la participation à des programmes d'AP chez les personnes âgées et les résultats ont montré que les participants qui habitaient à une plus grande distance des centres de fitness étaient moins susceptibles de participer à des programmes d'AP (Kolt *et al.*, 2007). Une autre étude, menée par Leung et Yen (2015) et réalisée auprès de personnes âgées résidant à Hong Kong, a montré que l'accessibilité des installations sportives était un obstacle important pouvant diminuer la participation régulière à l'AP (Leung, 2015). De plus, des études ont examiné les alternatives à l'accès aux centres de fitness pour encourager la pratique régulière d'AP chez les personnes âgées. Tout d'abord, une revue systématique, menée par Moore et al. (2016) visant à évaluer les interventions d'AP basées sur la communauté (programmes d'exercices à domicile, des programmes de marche, des programmes de danse et des interventions de télésanté) pour les personnes âgées vivant dans les zones rurales et régionales, a montré que les programmes d'exercices à domicile ont produit des résultats positifs significatifs sur la condition physique, la force musculaire, l'équilibre et la fonction physique chez les personnes âgées. De plus, les auteurs concluent que les interventions de télésanté et de vidéoconférence ont aussi des effets bénéfiques en termes de participation à l'AP et de la qualité de vie suggérant que les interventions d'AP basées sur la communauté, en particulier celles qui utilisent les technologies de l'information et de la communication, peuvent être efficaces pour favoriser la pratique d'AP chez les personnes âgées

vivant dans les zones rurales et éloignées (Moore *et al.*, 2016). Également, une autre étude réalisée par Mitchell et al. (2019) a examiné l'efficacité d'une intervention en ligne pour encourager la pratique d'AP chez les adultes vivant dans des régions rurales en Australie et a montré une augmentation significative de la pratique d'AP chez les participants après l'intervention en ligne, avec une augmentation moyenne de 206 minutes par semaine (Mitchell *et al.*, 2019). Ainsi, les résultats de toutes ces études suggèrent que les programmes d'AP virtuels peuvent être une solution efficace pour les personnes âgées vivant dans des régions rurales ou éloignées où l'accès aux centres de fitness et aux programmes d'AP est limité. Ces programmes, si maintenus dans les habitudes de vie ou si induisant des habitudes de vie actives, peuvent aider à améliorer la condition physique, la fonction physique et la qualité de vie des personnes âgées, en leur offrant une solution pratique pour rester actives malgré les obstacles géographiques.

Enfin, un des derniers obstacles à la pratique de l'AP souvent rapporté dans les différentes études et recherches et le coût élevé que peuvent avoir l'adhésion à certains programmes ou centre de fitness. Par exemple, les résultats d'une étude menée par Larson et al. (2010) soulignent que les coûts des programmes d'AP peuvent être un obstacle à l'adoption d'un mode de vie physiquement actif pour de nombreuses personnes, en particulier les personnes âgées. Les auteurs suggèrent donc que les programmes d'AP devraient être conçus de manière à être abordables et accessibles pour tous, y compris les personnes ayant des ressources financières limitées (Larson, 2010). Une autre étude menée par Bauman et al. (2012) a examiné les facteurs qui peuvent influencer la pratique d'AP et mentionne que le coût de l'AP peut être un obstacle pour les personnes ayant un statut socio-économique plus faible, car les coûts associés à la participation à des AP (par exemple, les frais d'adhésion à une salle de sport, les coûts de déplacement, etc.) peuvent être prohibitifs pour ces populations (Bauman *et al.*, 2012). Finalement, afin de réduire les coûts inhérents à la mise en place des programmes d'AP, des études ont montré que les programmes d'AP virtuels sont efficaces pour promouvoir l'AP chez les personnes âgées de plus de 60 ans et ceux-ci à moindre coût. Par exemple, une revue systématique menée par Tate et al. (2009) et incluant 28 études conclut que les interventions en ligne peuvent être considérées comme plus efficaces pour réduire les coûts que les interventions en face à face, principalement en raison des économies de temps et de ressources matérielles liées à l'absence de déplacements pour les patients et les professionnels de la santé. En outre, il a été observé que les interventions en ligne permettent d'obtenir des économies nettes de plus de 200 dollars par patient en réduisant les coûts des soins de santé liés à l'obésité (Tate *et al.*,

2009). Une autre étude menée par Schulz et al. (2014) faisant une évaluation économique d'une intervention en ligne visant à encourager un mode de vie sain chez les adultes. Les résultats ont montré que l'intervention en ligne était économique par rapport aux soins habituels, avec un gain de 2 456 € par personne. En termes de coûts directs, l'intervention en ligne était moins chère que les soins habituels, avec un coût moyen par participant de 155 € contre 210 € pour les soins habituels. De plus, l'intervention en ligne a permis de réduire les coûts indirects associés aux pertes de productivité liées à l'absentéisme au travail et à l'utilisation des soins de santé. Ainsi, ces auteurs ont conclu que l'intervention en ligne personnalisée est rentable pour encourager un mode de vie sain chez les ainés et qu'elle peut être une stratégie rentable pour les programmes de prévention et de gestion des maladies chroniques dans les politiques de santé publique (Schulz *et al.*, 2014). De plus, une revue de la littérature menée par Pinheiro et al. (2023) a examiné les coûts et l'efficacité des programmes d'AP à distance et souligne que les cours en ligne et les vidéos préenregistrées pourraient être une solution pour surmonter ces obstacles, car ils offrent une flexibilité temporelle et géographique, et peuvent être moins coûteux que les programmes en présentiel. Également, ces auteurs mentionnent que les programmes d'AP à distance peuvent être personnalisés en fonction des besoins individuels et peuvent être adaptés pour tenir compte de la condition physique actuelle de la personne autant que ceux réalisés en personne démontrant que leur utilisation peut être une solution rentable pour améliorer la santé des personnes âgées en leur offrant des programmes personnalisés et flexibles (Pinheiro *et al.*, 2023).

En conclusion, les programmes d'AP à distance via des plateformes virtuelles peuvent contribuer à faciliter la mise en place de l'AP dans les politiques de santé publique en permettant de passer outre les obstacles tels que les contraintes de temps, les limitations de mobilité, la distance des centres de fitness, les conditions climatiques défavorables ou l'absence de budget nécessaire. Ainsi, les modalités d'intervention virtuelles à distance peuvent jouer un rôle important dans la mise en place de politiques de santé publique efficaces pour lutter contre l'inactivité physique et toutes les causes de mortalités associées.

5.6 Limites.

Quelques limites pouvant nuancer nos résultats sont néanmoins à signaler dans ce projet doctoral. Tout d'abord, de par le devis de notre étude [interventionnel (article #1 et #2) puis longitudinal (article #3)] et sa temporalité (pandémie et isolements successifs), la taille des échantillons dans nos 3 études a entrainé un manque de puissance statistique et limite potentiellement nos conclusions. Il est également important de rappeler que les participants des deux cohortes étudiées se sont impliqués de façon volontaire et que les cohortes ne sont pas nécessairement représentatives des groupes d'âge étudiés. De plus, le fait que nous n'ayons inclus que des participants volontaires peut avoir entrainé un biais de sélection susceptible de limiter la généralisation de nos conclusions. Également, ce même biais peut se retrouver lors de notre étude de suivi ou seuls les participants qui ont bien voulu effectuer les mesures 1 an après se retrouvent inclus. En revanche, nous n′observons que très peu de différences concernant les caractéristiques physiques entre les patients évalués pré-intervention mais ayant refusé et ceux ayant accepté (Tableau 5.2). Surprenamment, à l'inverse de la littérature (Liu et Latham, 2009), les personnes ayant refusé sont plus jeunes et ne diffèrent pas en termes de sexe, statut fonctionnel ou attitudes face à l'AP. Ainsi, ce biais possible semble limiter. Néanmoins, le taux de rappel pour chaque groupe a été calculé à partir du nombre de participants qui ont été contactés lors du suivi par rapport au nombre de participants au départ qui ont suivi au moins 1 session d'entrainement (PRE *vs.* +1 an). Les taux de rappel étaient significativement plus élevés (p< 0,005) dans les groupes III (67 %), IVI (70 %) et VIV (67 %) que dans le groupe VVV (42 %). Néanmoins, tous les participants ont fait au minimum 70% des séances (25/36 séances ; 8 semaines).

Tableau 5-2: Comparaison des caractéristiques générales entre les participants ayant accepté de participer au suivi à 1 an et ceux ayant refusé.

	Accepter le suivi	**Refus du suivi**	**p-values**
TAUX DE RAPPEL (n total (%) / % de séances complétées			
Inclusion (n (%))			
III (n pre = 38)	**23 (60%)**	**15 (40%)**	**0.025**
IVI (n pre= 22)	**14 (63%)**	**8 (37%)**	**0.011**
VIV (n pre= 24)	11 (45%)	13 (55%)	0.52
VVV (n pre= 45)	**12 (27%)**	**33 (73%)**	**<0.001**
Adhérence (% de séances complétées; (n))			

III (n pre = 38)	**93%(n=23)**	**77% (n=15)**	0.08
IVI (n pre= 22)	**97% (n=14)**	**81% (n=8)**	0.94
VIV (n pre= 24)	**85% (n=11)**	**96% (n=13)**	0.81
VVV (n pre= 45)	**90% (n=12)**	**83% (n=33)**	0.23
CARACTÉRISTIQUES SOCIODÉMOGRAPHIQUES			
Âge (années)			
III	70.5 ± 5.2	71.4 ± 5.9	0.91
IVI	74.7 ± 6.6	70.9 ± 7.6	0.09
VIV	79.8 ± 4.2	71.1 ± 3.3	**<0.001**
VVV	69.0 ± 4.4	69.6 ± 5.1	0.22
Sexe (%; Femmes)			
III	83.3%	80.0%	0.94
IVI	78.6%	71.4%	0.22
VIV	72.7%	90.0%	0.09
VVV	90.9%	76.9%	0.08
IMC (kg/m^2)			
III	26.3 ± 4.2	26.0 ± 2.6	0.98
IVI	28.2 ± 5.6	27.4 ± 4.0	0.51
VIV	28.1 ± 6.0	30.4 ± 5.3	**0.045**
VVV	27.7 ± 5.1	27.4 ± 5.7	0.46
STATUTS FONCTIONNELS			
SPPB score (x/12)			
III	11.3 ± 1.2	10.8 ± 1.6	0.12
IVI	8.9 ± 1.1	9.0 ± 1.4	0.31
VIV	8.6 ± 0.5	8.8 ± 0.4	0.29
VVV	10.8 ± 0.9	11.2 ± 1.2	0.95
Vitesse de marche normale (m/s)			
III	0.86±0.21	1.03±0.31	0.34
IVI	0.96±0.25	0.85±0.09	0.30
VIV	0.87±0.20	0.92±0.26	0.61
VVV	0.95±0.17	0.94±0.20	0.84
Puissance musculaire (W)			
III	152±35.7	167±36.5	0.92
IVI	156±71.7	133±52.7	0.47
VIV	159±60.7	144±49.0	0.25
VVV	155±44.9	165±61.9	0.92
Endurance musculaire (n/30sec)			
III	15.3±4.7	15.4±2.9	0.66
IVI	14.7±4.4	12.3±3.9	0.36
VIV	14.1±2.3	14.0±2.9	0.74
VVV	15.0±2.2	14.9±3.7	0.46
COMPORTEMENTS D'ACTIVITÉ PHYSIQUE			
Motivation AP (x/100)			
III	68.0±12.9	55.6±10.9	**0.002**
IVI	61.9±12.9	55.6±10.9	0.09
VIV	55.7±15.2	52.8±15.7	0.55

VVV	63.9±16.8	55.9±10.0	**0.018**
Dépense énergétique d'AP (Mets/semaine)			
III	2062±369	2827±369	0.75
IVI	2331±376	1642±376	0.68
VIV	1132±376	1985±376	0.45
VVV	1466±306	2209±306	0.53
Sédentarité (Heures/jour)			
III	7.0±1.9	7.0±1.4	0.98
IVI	6.9±2.5	6.2±1.2	0.67
VIV	8.1±3.4	7.6±3.4	0.60
VVV	8.3±3.4	6.8±3.3	**0.029**

Également, concernant la prise de nos mesures faites à distance, le fait de passer par une connexion internet des outils numériques peut entrainer un biais de captation des temps ou répétitions. En revanche, ce biais est compensé par le fait que les mesures pour les 3 études ont été prises de la même façon et en utilisant les mêmes outils numériques, même si les confinements étaient terminés. De plus, une étude menée par notre laboratoire dans le cadre de ce projet a validé la fiabilité de cette méthode de mesure en démontrant que l'évaluation des CF et de la fonction musculaire à distance est aussi fiable et valable qu'une évaluation en face à face [ANNEXE C ; (Peyrusqué *et al.*, 2022)]. Finalement, concernant le type de mesure effectué, nous avons uniquement réalisé des mesures indirectes de la fonction musculaire des membres inférieurs via le test assis-debout en 30 sec, mais le résultat de ces tests peut varier en fonction de l'état de fatigue ou de motivation du jour du patient. Ainsi, utiliser une plateforme de force ou de l'architecture musculaire grâce à un ultrason aurait pu être un moyen plus efficace et reproductible, mais non réaliste en temps d'isolement social comme celui de la COVID-19. De plus, le port d'un accéléromètre aurait également pu être pertinent pour mesurer les temps de pratique d'AP, les valeurs de dépense énergétique et la sédentarité afin de nous permettre de réaliser des sous-analyses estimant objectivement les effets des entrainements à moyen terme. Cependant, toujours en raison de la COVID-19, la mise en place d'accéléromètres n'était pas possible en raison de la distanciation sociale (protocole sanitaire) en vigueur.

Cependant, ce projet doctoral comporte aussi certaines forces. En premier lieu, nos études #1 et #2 et les modalités examinées dans celles-ci, bien qu'effectuées à des moments différents (premier et deuxième confinement de COVID-19) ont utilisé le même programme d'exercices. L'utilisation

d'interventions d'exercice standardisées et réalisables ainsi que l'utilisation de mesures validées ont permis la généralisation et la comparaison adéquate des interventions d'exercice entre elles nous permettant d'appuyer nos résultats sur une méthodologie robuste malgré le contexte de réalisation de ces études. Par ailleurs, la création d'un arbre décisionnel nous a permis d'offrir des programmes d'AP équivalents en termes d'objectifs et de volume, mais adaptés au niveau fonctionnel de chacun des participants ce qui était à notre connaissance une première. De plus, concernant notre étude #3, il s'agit à notre connaissance de la première étude de la littérature à évaluer les effets à moyen terme d'un entrainement en AP effectué de manière complète à distance chez les personnes âgées. Également, dans cette étude, le suivi réalisé à un an n'était pas planifié, ce qui apporte un point crucial pour saisir les habitudes de vie réelles et les avantages pour la santé de ces modalités d'entrainements.

5.7 Perspectives d'avenir.

En premier lieu, les programmes d'exercice en ligne peuvent manquer d'interaction sociale, ce qui peut être un facteur important pour motiver les participants. Ainsi, étudier l'effet de l'interaction sociale dans les programmes d'exercice en ligne serait intéressant afin de voir si l'ajout d'éléments sociaux tels que des groupes de soutien en ligne ou des stimulations (ex: médailles/j'aime/challenges personnels/etc.) peut améliorer l'adhésion et l'adhérence aux programmes d'exercice en ligne et améliorer les résultats. Deuxièmement, les programmes d'exercice en ligne pourraient être combinés à d'autres interventions telles que des conseils nutritionnels, des programmes de gestion du stress, ou des thérapies comportementales en ligne afin d'étudier l'efficacité des programmes d'exercice en ligne combinés à d'autres interventions sur les habitudes de vie et la trajectoire de vieillissement. Dans cette même lignée, les programmes d'exercice en ligne pourraient être également combinés à des interventions ciblant de manière plus spécifique la motivation des participants en augmentant les rétroactions, les suivis ou le soutien social afin de pouvoir maximiser les effets de ces interventions à moyen / long terme sur le maintien des habitudes de vie. Troisièmement, les programmes d'exercice en ligne pourraient être implantés chez les populations vivant en région ou dans des populations vulnérables afin d'augmenter les possibilités de maintien des habitudes de vie de ces populations. Quatrièmement, à notre

connaissance, très peu d'étude dans la littérature ont comparé les effets des programmes d'exercices en ligne entre eux à court ou moyen terme et il serait donc intéressant de pouvoir comparer la magnitude de leurs effets de manière plus directe.

Finalement, les prochaines études pourraient utiliser des mesures complémentaires objectives (biopsie musculaire, ultrason, capteurs de force, accéléromètre, etc.) afin de comparer les résultats obtenus dans nos études ou celles similaires avec des mesures plus mécanistiques. Ces comparaisons permettraient d'affiner leurs rôles dans leur processus de vieillissement musculaire. En définitive, l'ensemble de ces pistes de recherche pourraient aider à mieux comprendre l'efficacité des programmes d'exercice en ligne pour contrer les déconditionnements physiques à court terme liés à l'isolement, améliorer la qualité de vie des participants et l'intégration de ce type de modalité comme moyen d'optimisation des modes de vie actifs et par extension du « bien-vieillir ».

CHAPITRE 6 - CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Dans l'ensemble, les résultats de cette thèse suggèrent que toutes les modalités d'entrainement à distance virtuelles ont permis de maintenir la puissance et l'endurance musculaires à moyen terme après un an suite à une intervention en AP. De plus, ceux-ci suggèrent également que les interventions avec de plus grands ratios d'entrainements synchrones seraient plus efficaces pour améliorer la santé physique, plus précisément les capacités fonctionnelles et la puissance musculaire, à court terme, mais également à moyen terme. Les études ont toutefois souligné qu'il manquait encore de comparaisons directes entre les différentes modalités d'entrainement à distance et de groupes témoins (groupe sans intervention actif ou inactif) pour compléter et affiner les conclusions ainsi que les recommandations pour préserver la trajectoire du vieillissement. Également, le manque de littérature concernant les effets à moyen terme de ce genre de modalité d'entrainement fait que les résultats de cette thèse apportent une première pierre à l'édifice concernant ce champ de recherche.

En somme, les interventions à distance virtuelles offrent un potentiel considérable pour maintenir la santé et le bien-être des ainés, surtout en période de crise sanitaire ou d'isolement, et constituent une option intéressante pour les programmes de promotion de l'AP chez cette population. Cependant, il est important de continuer à explorer les modalités d'entrainement à distance les plus efficaces et les plus adaptées aux besoins spécifiques des ainés afin de maximiser les avantages de ces interventions.

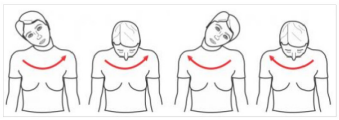
.

ANNEXE A

Détail de l'intervention réalisée par les participants des études 1 et 2.

1. EQCOR niveau 3 - bloc 1 (sem 1 à 4)

1A : Cercle de la tête



- Garder le dos droit. Balancer la tête vers l'avant de gauche à droite et de droite à gauche.

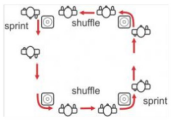
Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1**	**12**	**6 chaque côté**

1B : Marche sur place

- Garder le dos droit, les abdos tendus et la tête haute - Marcher sur place en bougeant les bras et les jambes, lever un bras avec la jambe opposée

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**40**

1C : Marche autour d'une chaise - genoux hauts



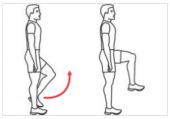
Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1**	**12**	**6 chaque direction**

1D : Talon aux fesses - bras en haut

- Sur place, amener vos talons vers vos fesses alternativement en sautillant.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12 - 24**

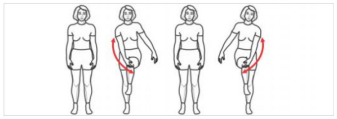
1E : Genoux hauts - bras en haut



- Garder le dos droit, les abdos tendus et la tête au-dessus du pied. En gardant le genou à 90 degrés, tirer le genou vers le haut en gardant l'équilibre. Alterner.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12 - 24**

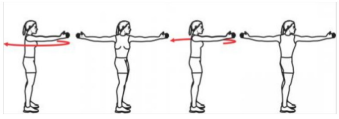
1F : Main genou opposé



- Debout, amener le genou à la main opposée en soulevant la jambe.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**20**

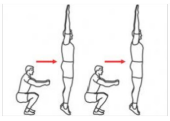
1G : Tape mains rotation du tronc



- Debout, les mains jointent devant à la hauteur des épaules, faire un demi-tour d'un côté et de l'autre tout en gardant les bras à la hauteur des épaules et une main devant. Garder la tête haute, le dos droit et les abdos tendus.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12**

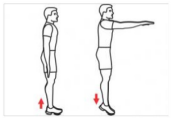
1H : Petit Grand - sans appui



- Déplacer vous vers l'avant en vous faisant petit et grand. Monter sur la pointe des pieds. Garder le dos droit et les abdos tendus.

Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1**	**12**	**Grand = pointe des pieds**

2A : Extension des chevilles et montée latérale des bras tendus



- En déplacant les bras devant à la hauteur des épaules, faire des extensions de chevilles. Garder le dos droit et les abdos tendus. Garder la tête au-dessus des pieds.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12**

2B : Touche cheville/mollet

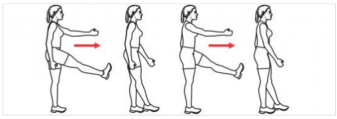
Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1**	**20**	**En soulevant le talon au moment de toucher**

2C : Genou haut puis coup de pied avant + coup de poing

- Debout le dos droit et les abdos tendus - Lever un genou à la hauteur de la hanche et donner un coup de pied (extension rapide du genou), ramener le pied et répéter de l'autre côté

Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1**	**12**	**Soulever le talon pour le kick et coup de poing**

3A : Marche Militaire sur place - jambe tendue au dessus du genou



- Se déplacer vers l'avant en soulevant un bras avec la jambe opposée - Garder les bras et les jambes droites, la tête haute et les abdos tendus

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**01:00**

3B : Équilibre statique tandem avec rotation de la tête

Prendre équilibre debout près d'un appui solide, pieds bien alignés un devant l'autre, avec un bon contact talon-orteil. Maintenir la position. Progression : mouvements lents des bras et du tronc, yeux fermés. OPTION: sur surface instable comme un oreiller.

Sem.	Séries	Durée	Note
1-12	**2**	**01:00**	**Tourner lentement la tête de gauche à droite**

3C : Pause eau

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**00:30**

4A : Ouvrir jambes-bras fermés haut / Fermer jambes-bras ouverts haut

- Debout, débuter les pieds rapprochés. Ouvrir une jambe d'un côté, suivi de l'autre jambe de l'autre côté, refermer les jambes alternativement et répéter la séquence alternativement. Garder le dos droit et les abdos tendus. Pour un niveau plus élevé, lever les genoux plus haut ou accentuer la vitesse des jambes.

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**01:00**

4B : Équilibre sur 1 pied - mouvements des bras

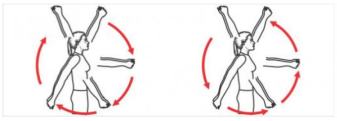
- Debout sur 1 pied, le genou de la jambe opposée à la hauteur de la hanche, placer les bras de chaque côté et maintenir votre équilibre. Maintenir votre tête au-dessus de votre pied. Garder les abdos tendus et le dos droit.

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**01:00**

4C : Pause eau

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**00:30**

5A : Rotation arrière des bras + même jambe tendue devant puis côté



- Faire des rotations des bras vers l'avant et vers l'arrière tout en gardant le dos droit, la tête haute et le dos droit.

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**01:00**

5B : Fente arrière rotation du tronc bras tendus devant

- Débuter debout, les pieds sous les hanches. Exécuter une fente arrière en faisant une rotation du tronc. Les bras allongés, toucher l'extérieur du genou de la jambe avant avec la main opposée et alterner. Garder la tête haute, et les abdos tendus.

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**01:00**

5C : Pause eau

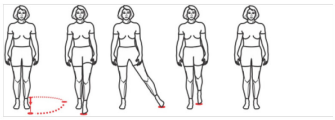
Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**00:30**

6A : Pieds vers l'intérieur et l'extérieur + bras inversés

- Marcher sur les talons en tournant vos pieds vers l'extérieur.

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**01:00**

6B : Équilibre unipodal pointer 3 directions



- En vous maintenant en équilibre sur une jambe, toucher le sol avec la pointe de votre autre pied devant vous, par la suite, sur le côté puis vers l'arrière. Garder le dos droit, la tête droite et vos abdos tendus.

Sem.	Séries	Durée	Note
1-12	**2**	**01:00**	**Demi cercle sans poser la pointe**

6C : Pause eau

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**00:30**

7A : Déplacement demandé + s'immobiliser au signal

Sem.	Séries	Tempo
1-12	**2**	**05:00**

7B : Marcher sur place

- Garder le dos droit, les abdos tendus et la tête haute - Marcher sur place en bougeant les bras et les jambes, lever un bras avec la jambe opposée

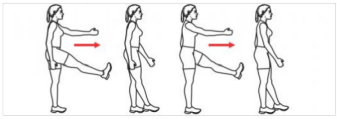
Sem.	Séries	Durée	Note
1-12	**1er**	**01:00**	**Avec STOP**
	2e	**01:00**	**Sans STOP**

7C : Montées de genoux + kick

- Garder le dos droit, les abdos tendus et la tête haute. Se déplacer vers l'avant (ou rester sur place) en levant les genoux à la hauteur des hanches et en bougeant les bras, lever le bras opposé à la jambe que vous levez.

Sem.	Séries	Durée	Note
1-12	**1er**	**01:00**	**Avec STOP**
	2e	**01:00**	**Sans STOP**

7D : Marche militaire bras et jambe tendues



- Se déplacer vers l'avant en soulevant un bras avec la jambe opposée - Garder les bras et les jambes droites, la tête haute et les abdos tendus

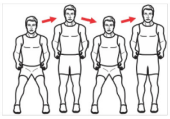
Sem.	Séries	Durée	Note
1-12	**1er**	**01:00**	**Avec STOP**
	2e	**01:00**	**Sans STOP**

7E : Talon aux fesses + montée latérale bras en haut

- Sur place, amener vos talons vers vos fesses alternativement en sautillant.

Sem.	Séries	Durée	Note
1-12	1er	01:00	Avec STOP
	2e	01:00	Sans STOP

7F : Pas de côté et lever jambe + bras devant



- Faire des pas chassés (Shuffle). Garder la tête au-dessus de vos pieds. Garder le dos droit et vos abdos tendus.

Sem.	Séries	Durée	Note
1-12	1er	01:00	Avec STOP
	2e	01:00	Sans STOP

7G : Pause eau

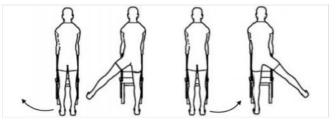
Sem.	Séries	Durée
1-12	2	01:00

8A : Squat puis flexion plantaire + charge

- Les pieds à la largeur des épaules, descendre jusqu'à ce que les genoux soient à 90°. Lever les bras à la hauteur des épaules.

Sem.	Séries	Rep
1-12	2	12

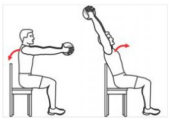
8B : Abduction de la jambe alterné + abduction bras opp. avec charge



- Garder le dos droit et les abdos tendus.

Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	2	24	12 chaque côté

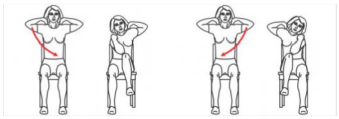
8C : Redressements assis avec charge



- Assis sur le devant du siège, basculer le corps vers l'arrière et vers l'avant en déplaçant un ballon (lourd) de bas en haut devant vous. Garder les abdos tendus.

Sem.	Séries	Rep
1-12	2	12

8D : Flexion avant assis coude genou opposé - incliné en arrière



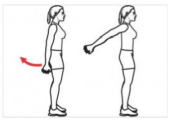
- Garder les abdos tendus et la tête haute. Les mains sur les épaules et les coudes alignés avec les épaules. Descendre vers l'avant en amenant le coude sur le genou opposé.

Sem.	Séries	Rep
1-12	2	12

8E : Pause eau

Sem.	Séries	Durée
1-12	1	00:30

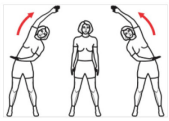
9A : Étirement épaules et poitrine



- Debout, les mains jointes derrière le dos, les bras droits, monter les mains le plus possible tout en gardant le dos droit et la tête haute. Garder les abdos tendus.

Sem.	Séries	Durée
1-12	1	00:20

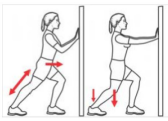
9B : Flexion latérale debout



- Debout, les pieds à la largeur des épaules, faire des flexions latérales en gardant les bras et les épaules alignés avec le corps et les jambes. Maintenir la position latérale quelques secondes.

Sem.	Séries	Durée
1-12	**1**	**00:20**

9C : Flexibilité / Étirement mollet



- En poussant sur le mur pour mettre de la pression sur le talon pour le garder au sol, allonger le mollet en fléchissant la jambe et en l'allongeant.

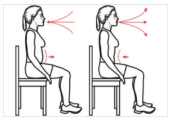
Sem.	Séries	Durée
1-12	**1**	**00:20**

9D : Étirement quadriceps

- En appui sur un mur, tenir votre cheville pour étirer le devant de votre cuisse (quadriceps). Garder le genou aligné avec la hanche, les abdos tendus et le dos droit.

Sem.	Séries	Durée
1-12	**1**	**00:20**

9E : Séquence respiratoire = montée latérale bras vers le haut

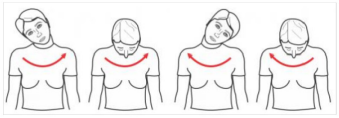


- Pour que vous puissiez utiliser efficacement votre diaphragme pour respirer, vous devez vous assurer que votre ventre se dilate pendant que vous respirez. Respirez par le nez, par la bouche. Essayez d'élargir votre ventre autant que possible, avec aussi peu de mouvement de la poitrine que possible. Remplissez vos poumons à pleine capacité en inhalant et en expirant le vider complètement. Ne pas exagérer la respiration. Répétez 10 à 15 fois avant de dormir. Vous pouvez faire cette séance ou debout pendant la journée ainsi, il suffit de vous assurer que vous n'êtes pas voûté vers l'avant.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**3**

1. EQCOR niveau 3 - bloc 2 (sem 5 à 8)

1A : Cercle de la tête



- Garder le dos droit. Balancer la tête vers l'avant de gauche à droite et de droite à gauche.

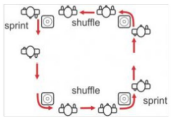
Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1**	**12**	**6 chaque côté**

1B : Marche sur place

- Garder le dos droit, les abdos tendus et la tête haute - Marcher sur place en bougeant les bras et les jambes, lever un bras avec la jambe opposée

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**40**

1C : Marche autour d'une chaise - genoux hauts



Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1**	**12**	**6 chaque direction**

1D : Talon aux fesses - bras en haut

- Sur place, amener vos talons vers vos fesses alternativement en sautillant.

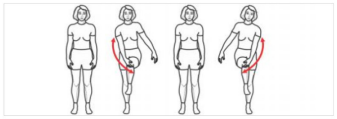
Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12 - 24**

1E : Genoux hauts - bras en haut

- Garder le dos droit, les abdos tendus et la tête au-dessus du pied. En gardant le genou à 90 degrés, tirer le genou vers le haut en gardant l'équlibre. Alterner.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12 - 24**

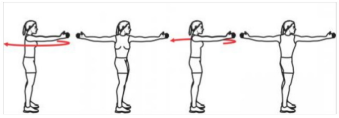
1F : Main genou opposé



- Debout, amener le genou à la main opposée en soulevant la jambe.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**20**

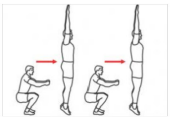
1G : Tape mains rotation du tronc



- Debout, les mains jointent devant à la hauteur des épaules, faire un demi-tour d'un côté et de l'autre tout en gardant les bras à la hauteur des épaules et une main devant. Garder la tête haute, le dos droit et les abdos tendus.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12**

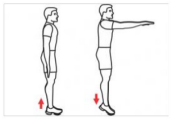
1H : Petit Grand - sans appui



- Déplacer vous vers l'avant en vous faisant petit et grand. Monter sur la pointe des pieds. Garder le dos droit et les abdos tendus.

Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1**	**12**	**Grand = pointe des pieds**

2A : Extension des chevilles et montée latérale des bras tendus



- En déplacant les bras devant à la hauteur des épaules, faire des extensions de chevilles. Garder le dos droit et les abdos tendus. Garder la tête au-dessus des pieds.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12**

2B : Touche cheville/mollet

Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1**	**20**	**En soulevant le talon au moment de toucher**

2C : Genou haut puis coup de pied avant + coup de poing

- Debout le dos droit et les abdos tendus - Lever un genou à la hauteur de la hanche et donner un coup de pied (extension rapide du genou), ramener le pied et répéter de l'autre côté

Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1**	**12**	**Soulever le talon pour le kick et coup de poing**

3A : Coude genou opposé - alterner avec coude genou même côté

- Garder la tête droite et les abdos tendus.

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**01:00**

3B : Équilibre statique tandem avec les yeux fermés

Prendre équilibre debout près d'un appui solide, pieds bien alignés un devant l'autre, avec un bon contact talon-orteil. Maintenir la position. Progression : mouvements lents des bras et du tronc, yeux fermés. OPTION: sur surface instable comme un oreiller.

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**01:00**

3C : Pause eau

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**00:30**

4A : 2 Danse pas croisé - alterner 2 TF bras derrière

- Danser sur place en faisant un pas croisé alternativement. Taper dans les mains du côté de la jambe qui croise.

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**01:00**

4B : Équilibre sur 1 pied - passer un poids autour de ... jambe, taille ou tête

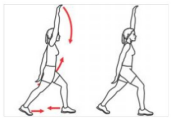
- Debout sur 1 pied, le genou de la jambe opposée à la hauteur de la hanche, placer les bras de chaque côté et maintenir votre équilibre. Maintenir votre tête au-dessus de votre pied. Garder les abdos tendus et le dos droit.

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**01:00**

4C : Pause eau

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**00:30**

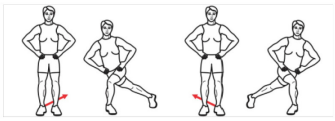
5A : 2 ciseaux alternés avec 2 jacks



- Garder le dos droit, la tête haute et les abdos tendus, déplacer le bras avec la jambe opposée.

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**01:00**

5B : Curtsey Lunges statique



- Debout, les mains à la taille, les pieds sous les hanches, faire un grand pas derrière vous en croisé, revenir à la position de départ et répéter de l'autre côté. Garder les hanches vers l'avant.

Sem.	Séries	Durée	Note
1-12	**2**	**01:00**	**15 sec. alterner**

5C : Pause eau

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**00:30**

6A : Pas de côté - bras essuie glace (debout)

Joindre les deux pieds d'un côté puis de l'autre. Tendre le bras du côté du déplacement et plier l'autre derrière la tête.

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**01:00**

6B : SLDL Reach

- En appui sur une jambe, le genou légèrement fléchi, lever la jambe arrière en se penchant vers l'avant et allant le plus loin possible avec les bras. Garder le dos droit et la tête droite.

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**01:00**

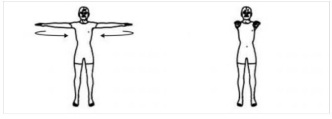
6C : Pause eau

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**00:30**

7A : Déplacement demandé + s'immobiliser au signal

Sem.	Séries	Tempo
1-12	**2**	**05:00**

7B : Mouvement latéral des bras + tendre une jambe alterné



- Garder le dos droit, les abdos tendus et les genoux légèrement fléchis

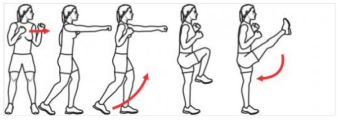
Sem.	Séries	Durée	Note
1-12	**1er**	**01:00**	**avec stop**
	2e	**01:00**	**sans stop**

7C : Genou haut - Tirer coudes vers le bas (debout)

Debout, bras tendus vers le plafond. Monter un des deux genoux et tirer les coudes vers les bas, alterner.

Sem.	Séries	Durée	Note
1-12	**1er**	**01:00**	**avec stop**
	2e	**01:00**	**sans stop**

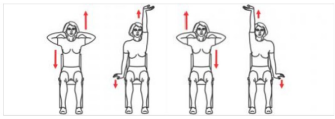
7D : Punch Punch coup de pied LATERAL



- À partir d'une position de combat, donner 2 coups de poing alternativement suivis d'un coup de pied, et reprendre la position de combat.

Sem.	Séries	Durée	Note
1-12	**1er**	**01:00**	**avec stop**
	2e	**01:00**	**sans stop**

7E : Bras vers le haut vers le bas + talon fesse



- Garder le dos droit, les abdos tendus et la tête droite - Débuter les mains sur les épaules, simultanément, allonger un bras vers le haut et l'autre bras vers le bas, les doigts vers l'extérieur - Ramener les mains sur les épaules et répéter de l'autre côté

Sem.	Séries	Durée	Note
1-12	1er	01:00	avec stop
	2e	01:00	sans stop

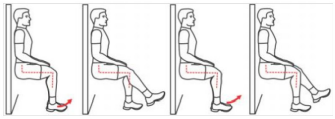
7F : PWRMoves Step + petit grand entre chaque

Sem.	Séries	Durée	Note
1-12	1er	01:00	avec stop
	2e	01:00	sans stop

7G : Pause eau

Sem.	Séries	Durée
1-12	2	01:00

8A : Chaise sur mur sur 1 pied alterné (soulever un talon)



- En appui sur un mur, garder un angle de 90° à la hanche et aux genoux. Prendre appui sur 1 pieds en alternant.

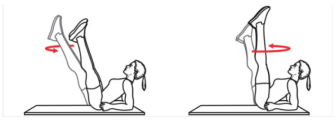
Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	2	12	Transfert poids d'un côté à l'autre

8B : Standing Plate Dive (avec ou sans charge)

- Debout, tenir un poids (plate) devant vous coudes à 90°. Alternativement, tout en amenant la charge au-dessus de votre tête, diriger une jambe vers l'arrière en extension en inclinant le corps à environ 45°. Fléchir le genou de la jambe d'appui tout en gardant votre équilibre sur votre pied. Aligner la jambe et les bras avec le corps. Garder le dos droit, la tête droite et vos abdos tendus.

Sem.	Séries	Rep
1-12	2	12

8C : Assis : cercle de jambes (alterner)



- En position semi-assise, les jambes droites devant vous, faire des cercles d'un côté et de l'autre, en gardant les abdos tendus.

Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	2	24	6 dans chaque sens - 12 de chaque jambe

8D : Extension hanche en appui sur chaise (garder 2 pied au sol)

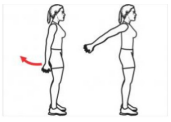
Assis au bord de la chaise, pieds sous les genoux et mains à plat sur la chaise en bas du dossier.
Lever le bassin le plus possible de la chaise, en tendant une des 2 jambes.
Alterner.

Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	2	12	SANS la jambe tendue

8E : Pause eau

Sem.	Séries	Durée
1-12	1	00:30

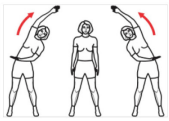
9A : Étirement épaules et poitrine



- Debout, les mains jointes derrière le dos, les bras droits, monter les mains le plus possible tout en gardant le dos droit et la tête haute. Garder les abdos tendus.

Sem.	Séries	Durée
1-12	1	00:20

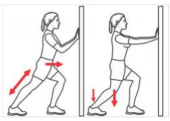
9B : Flexion latérale debout



- Debout, les pieds à la largeur des épaules, faire des flexions latérales en gardant les bras et les épaules alignés avec le corps et les jambes. Maintenir la position latérale quelques secondes.

Sem.	Séries	Durée
1-12	**1**	**00:20**

9C : Flexibilité / Étirement mollet



- En poussant sur le mur pour mettre de la pression sur le talon pour le garder au sol, allonger le mollet en fléchissant la jambe et en l'allongeant.

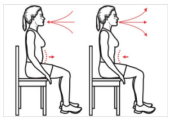
Sem.	Séries	Durée
1-12	**1**	**00:20**

9D : Étirement quadriceps

- En appui sur un mur, tenir votre cheville pour étirer le devant de votre cuisse (quadriceps). Garder le genou aligné avec la hanche, les abdos tendus et le dos droit.

Sem.	Séries	Durée
1-12	**1**	**00:20**

9E : Séquence respiratoire = montée latérale bras vers le haut

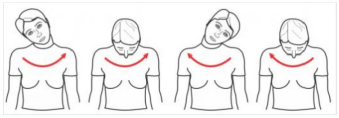


- Pour que vous puissiez utiliser efficacement votre diaphragme pour respirer, vous devez vous assurer que votre ventre se dilate pendant que vous respirez. Respirez par le nez, par la bouche. Essayez d'élargir votre ventre autant que possible, avec aussi peu de mouvement de la poitrine que possible. Remplissez vos poumons à pleine capacité en inhalant et en expirant le vider complètement. Ne pas exagérer la respiration. Répétez 10 à 15 fois avant de dormir. Vous pouvez faire cette séance ou debout pendant la journée ainsi, il suffit de vous assurer que vous n'êtes pas voûté vers l'avant.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**3**

1. EQCOR niveau 3 - bloc 3 (sem 9 à 12)

1A : Cercle de la tête



- Garder le dos droit. Balancer la tête vers l'avant de gauche à droite et de droite à gauche.

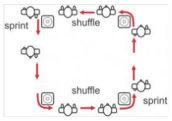
Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1**	**12**	**6 chaque côté**

1B : Marche sur place

- Garder le dos droit, les abdos tendus et la tête haute - Marcher sur place en bougeant les bras et les jambes, lever un bras avec la jambe opposée

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**40**

1C : Marche autour d'une chaise - genoux hauts



Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1**	**12**	**6 chaque direction**

1D : Talon aux fesses - bras en haut

- Sur place, amener vos talons vers vos fesses alternativement en sautillant.

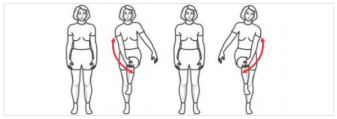
Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12 - 24**

1E : Genoux hauts - bras en haut

- Garder le dos droit, les abdos tendus et la tête au-dessus du pied. En gardant le genou à 90 degrés, tirer le genou vers le haut en gardant l'équlibre. Alterner.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12 - 24**

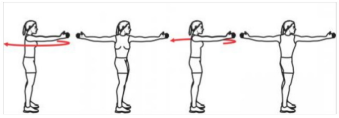
1F : Main genou opposé



- Debout, amener le genou à la main opposée en soulevant la jambe.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**20**

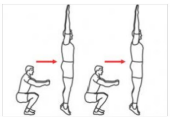
1G : Tape mains rotation du tronc



- Debout, les mains jointent devant à la hauteur des épaules, faire un demi-tour d'un côté et de l'autre tout en gardant les bras à la hauteur des épaules et une main devant. Garder la tête haute, le dos droit et les abdos tendus.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12**

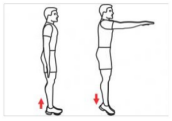
1H : Petit Grand - sans appui



- Déplacer vous vers l'avant en vous faisant petit et grand. Monter sur la pointe des pieds. Garder le dos droit et les abdos tendus.

Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1**	**12**	**Grand = pointe des pieds**

2A : Extension des chevilles et montée latérale des bras tendus



- En déplacant les bras devant à la hauteur des épaules, faire des extensions de chevilles. Garder le dos droit et les abdos tendus. Garder la tête au-dessus des pieds.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12**

2B : Touche cheville/mollet

Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1**	**20**	**En soulevant le talon au moment de toucher**

2C : Genou haut puis coup de pied avant + coup de poing

- Debout le dos droit et les abdos tendus - Lever un genou à la hauteur de la hanche et donner un coup de pied (extension rapide du genou), ramener le pied et répéter de l'autre côté

Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1**	**12**	**Soulever le talon pour le kick et coup de poing**

3A : Coordination bras - jambes (debout)

Tendre un bras vers le haut, l'autre sur le côté et lever la jambe tendue du côté "bras côté"
Alterner

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**01:00**

3B : Tenir debout 1 pied yeux fermés

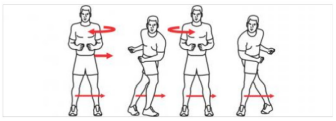
- Debout sur 1 pied, les bras de chaque côté, fermer les yeux et maintenir votre équilibre. Garder les abdos tendus et le dos droit.

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**01:00**

3C : Pause eau

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**00:30**

4A : Carioca rotation tronc



- Se déplacer de côté en tournant les hanches, pied devant, pied derrière. Tourner les épaules du côté opposé de vos hanches. Se déplacer sur une ligne droite en regardant devant.

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**01:00**

4B : Équilibre sur 1 pied - Dessiner chiffres avec la jambe libre

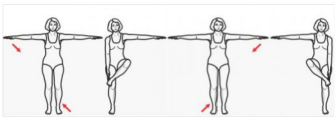
- Debout sur 1 pied, le genou de la jambe opposée à la hauteur de la hanche, placer les bras de chaque côté et maintenir votre équilibre. Maintenir votre tête au-dessus de votre pied. Garder les abdos tendus et le dos droit.

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**01:00**

4C : Pause eau

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**00:30**

5A : Toucher Intérieur puis extérieur - Grand (pointe pied)



- Debout, les épaules submergées, levez le pied devant vous et touchez-le avec la main opposée. Alterner le mouvement.

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**01:00**

5B : Pose Chaise - 1 pied

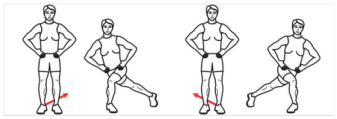
- Les pieds ensemble, pliez vos genoux et descendre vos hanches comme vous soulevez votre bras au-dessus de votre tête. Mettre votre poids sur vos talons et garder vos abdos tendus.

Sem.	Séries	Durée	Note
1-12	**2**	**01:00**	**15 sec. ou 2-3 sec. ? Vérifier**

5C : Pause eau

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**00:30**

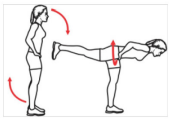
6A : Curtsey Lunges - alterné avec MC biceps curl



- Debout, les mains à la taille, les pieds sous les hanches, faire un grand pas derrière vous en croisé, revenir à la position de départ et répéter de l'autre côté. Garder les hanches vers l'avant.

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**01:00**

6B : Arabesque rotation de hanche



- Debout, les mains sur les hanches, prendre la position de l'arabesque (jambe et corps parallèles au sol), garder la position en contractant les fessiers. Par la suite, tourner le corps (des pieds à la tête). Revenir à la position de départ. Garder le dos droit et les abdos tendus. Maintenir la jambe arrière alignée avec le dos.

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**01:00**

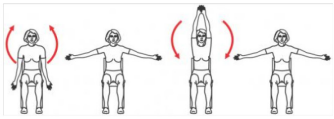
6C : Pause eau

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**00:30**

7A : Déplacement demandé + s'immobiliser au signal

Sem.	Séries	Tempo
1-12	**2**	**05:00**

7B : DEBOUT : jambe tendue devant quand baisse les bras



- Assis le dos droit, la tête haute et les abdos tendus, les mains en supination (paumes vers l'avant), lever les bras latéralement de chaque côté.

Sem.	Séries	Durée	Note
1-12	**1er**	**01:00**	**Avec Stop**
	2e	**01:00**	**Sans Stop**

7C : PWRMoves Rock Debout 1 pied (autre bras derrière la tête)

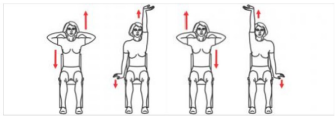
Sem.	Séries	Durée	Note
1-12	**1er**	**01:00**	**Avec Stop**
	2e	**01:00**	**Sans Stop**

7D : Squat & Jack

- Débuter en position de Squat, sauter et prendre la position de l'étoile, sauter et reprendre la position de squat. Garder la tête haute, le dos droit et les abdos tendus.

Sem.	Séries	Durée	Note
1-12	**1er**	**01:00**	**Avec Stop**
	2e	**01:00**	**Sans Stop**

7E : Bras vers le haut vers le bas + Genou haut



- Garder le dos droit, les abdos tendus et la tête droite - Débuter les mains sur les épaules, simultanément, allonger un bras vers le haut et l'autre bras vers le bas, les doigts vers l'extérieur - Ramener les mains sur les épaules et répéter de l'autre côté

Sem.	Séries	Durée	Note
1-12	1er	01:00	Avec Stop
	2e	01:00	Sans Stop

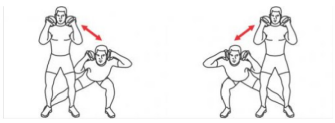
7F : PWRMoves Step + main genou opp. entre chaque

Sem.	Séries	Durée	Note
1-12	1er	01:00	Avec Stop
	2e	01:00	Sans Stop

7G : Pause eau

Sem.	Séries	Durée
1-12	2	01:00

8A : Lunge de côté avec kettlebell



- Debout, le dos droit et les abdos tendus, la tête haute et les pieds à la largeur des épaules, faire un pas de côté - Repoussez-vous en position de départ, répéter de l'autre côté

Sem.	Séries	Rep
1-12	2	12

8B : Superman sur CHAISE

- Garder le dos droit et les abdos tendus - À quatre pattes sur le Bosu, lever un bras, avec jambe opposée, parallèle au sol - Alterner

Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	2	12	Maintenir gainé 2 sec.

8C : Assis poids autour de jambe alterner

- Assis en équilibre sur les fesses sur le Terra Core, faire tourner le ballon médicinal autour de vos jambes. Garder vos abdos tendus.

Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	2	24	6 dans chaque sens - 12 de chaque jambe

8D : Plate Russian Twist

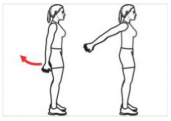
- En équilibre sur les fesses, les jambes allongées devant vous, déposer un poids (plate) d'un côté et de l'autre de vos hanches en tournant les épaules. Garder vos abdos tendus.

Sem.	Séries	Rep
1-12	2	20

8E : Pause eau

Sem.	Séries	Durée
1-12	1	00:30

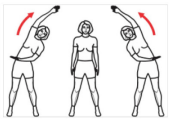
9A : Étirement épaules et poitrine



- Debout, les mains jointes derrière le dos, les bras droits, monter les mains le plus possible tout en gardant le dos droit et la tête haute. Garder les abdos tendus.

Sem.	Séries	Durée
1-12	1	00:20

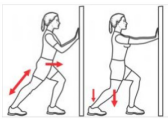
9B : Flexion latérale debout



- Debout, les pieds à la largeur des épaules, faire des flexions latérales en gardant les bras et les épaules alignés avec le corps et les jambes. Maintenir la position latérale quelques secondes.

Sem.	Séries	Durée
1-12	**1**	**00:20**

9C : Flexibilité / Étirement mollet



- En poussant sur le mur pour mettre de la pression sur le talon pour le garder au sol, allonger le mollet en fléchissant la jambe et en l'allongeant.

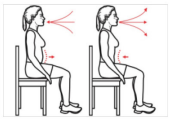
Sem.	Séries	Durée
1-12	**1**	**00:20**

9D : Étirement quadriceps

- En appui sur un mur, tenir votre cheville pour étirer le devant de votre cuisse (quadriceps). Garder le genou aligné avec la hanche, les abdos tendus et le dos droit.

Sem.	Séries	Durée
1-12	**1**	**00:20**

9E : Séquence respiratoire = montée latérale bras vers le haut

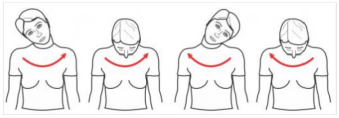


- Pour que vous puissiez utiliser efficacement votre diaphragme pour respirer, vous devez vous assurer que votre ventre se dilate pendant que vous respirez. Respirez par le nez, par la bouche. Essayez d'élargir votre ventre autant que possible, avec aussi peu de mouvement de la poitrine que possible. Remplissez vos poumons à pleine capacité en inhalant et en expirant le vider complètement. Ne pas exagérer la respiration. Répétez 10 à 15 fois avant de dormir. Vous pouvez faire cette séance ou debout pendant la journée ainsi, il suffit de vous assurer que vous n'êtes pas voûté vers l'avant.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**3**

2. CARFO niveau 3 - bloc 1 (sem 1 à 4)

1A : Cercle de la tête



- Garder le dos droit. Balancer la tête vers l'avant de gauche à droite et de droite à gauche.

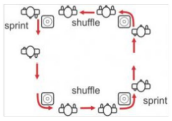
Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1**	**12**	**6 chaque côté**

1B : Marche sur place

- Garder le dos droit, les abdos tendus et la tête haute - Marcher sur place en bougeant les bras et les jambes, lever un bras avec la jambe opposée

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**40**

1C : Marche autour d'une chaise - genoux hauts



Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1**	**12**	**6 chaque direction**

1D : Talon aux fesses - bras en haut

- Sur place, amener vos talons vers vos fesses alternativement en sautillant.

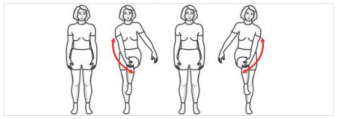
Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12 - 24**

1E : Genoux hauts - bras en haut

- Garder le dos droit, les abdos tendus et la tête au-dessus du pied. En gardant le genou à 90 degrés, tirer le genou vers le haut en gardant l'équlibre. Alterner.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12 - 24**

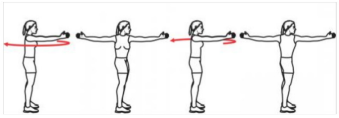
1F : Main genou opposé



- Debout, amener le genou à la main opposée en soulevant la jambe.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**20**

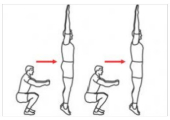
1G : Tape mains rotation du tronc



- Debout, les mains jointent devant à la hauteur des épaules, faire un demi-tour d'un côté et de l'autre tout en gardant les bras à la hauteur des épaules et une main devant. Garder la tête haute, le dos droit et les abdos tendus.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12**

1H : Petit Grand - sans appui



- Déplacer vous vers l'avant en vous faisant petit et grand. Monter sur la pointe des pieds. Garder le dos droit et les abdos tendus.

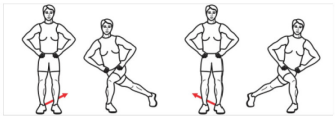
Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1**	**12**	**Sans soulever les talons**

2A : Jump and jack sans saut

- Sauter sur place en ouvrant et fermant les jambes et les bras en même temps. Travailler sur le devant des pieds et garder la tête haute.

Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1**	**20**	**Flexion jambes jointe entre chaque jack**

2B : Curtsey lunges alternés avec squat



- Debout, les mains à la taille, les pieds sous les hanches, faire un grand pas derrière vous en croisé, revenir à la position de départ et répéter de l'autre côté. Garder les hanches vers l'avant.

Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1**	**12**	**Squat profond**

2C : Genou haut + taper mains sous cuisse

- Se déplacer vers l'avant en touchant le coude au genou opposé

Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1**	**20**	**+ taper main au dessus de la tête quand 2 pieds au sol**

3A : Talon aux fesses et bras devant avec charge

- Sur place, amener vos talons vers vos fesses alternativement en sautillant.

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**01:00**

3B : Fente arrière + coup de pied avec charge

- Débuter avec un lunge arrière. Ramener la jambe vers l'avant en lançant un coup de pied devant vous et retourner la jambe vers l'arrière en lunge. Répéter. Garder vos abdos tendus.

Sem.	Séries	Durée	Note
1-12	**2**	**01:00**	**30 s. une jambe puis l'autre**

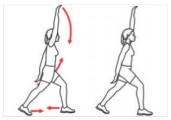
3C : V step - avec charge

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**01:00**

3D : Pause eau

Sem.	Séries	Durée
1-12	**1er**	**00:30**
	2e	**01:00**

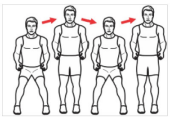
4A : Pas ciseaux avec charge



- Garder le dos droit, la tête haute et les abdos tendus, déplacer le bras avec la jambe opposée.

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**01:00**

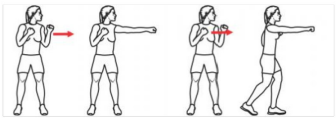
4B : 2 pas chassé + squat bras devant avec charge



- Faire des pas chassés (Shuffle). Garder la tête au-dessus de vos pieds. Garder le dos droit et vos abdos tendus.

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**01:00**

5A : Coup de poing (avec charge)



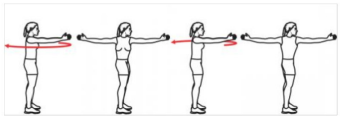
- En position de combat, faire un jab suivi d'un punch. Garder la tête au-dessus des pieds, tourner les hanches lors du punch en pivotant sur vos pieds. Garder les abdos tendus.

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**01:00**

5B : Pause eau

Sem.	Séries	Durée
1-12	**1er**	**00:30**
	2e	**01:00**

6A : Tape mains rotation du tronc avec charge



- Debout, les mains jointent devant à la hauteur des épaules, faire un demi-tour d'un côté et de l'autre tout en gardant les bras à la hauteur des épaules et une main devant. Garder la tête haute, le dos droit et les abdos tendus.

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**01:00**

6B : Alterner Grand Twist Petit Twist

- Garder le dos droit, les abdos tendus et la tête haute -Partir dans une position basse, se lever et toucher coude genou opposé, prendre une position la plus grande possible sur le bout des pieds, par la suite, toucher coude genou opposé - Avancer et alterner

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**01:00**

6C : Petits pas rapides sur place étroits et larges (flash dance)

- Debout, débuter les pieds rapprochés. Ouvrir une jambe d'un côté, suivi de l'autre jambe de l'autre côté, refermer les jambes alternativement et répéter la séquence alternativement. Garder le dos droit et les abdos tendus. Pour un niveau plus élevé, lever les genoux plus haut ou accentuer la vitesse des jambes.

Sem.	Séries	Durée	Note
1-12	**2**	**01:00**	**Bras en haut quand appuis larges**

6D : Pause eau

Sem.	Séries	Durée
1-12	**1er**	**00:30**
	2e	**01:00**

7A : Goblet Squat + bras devant avec charge quand debout

- Garder le dos droit, les abdos tendus et la tête haute. Les pieds à la largeur des épaules, prendre l'extrémité d'un dumbbell entre les deux mains. Faire le développé de jambes.

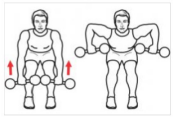
Sem.	Séries	Rep
1-12	**2**	**12**

7B : Flexion du coude + développé des épaules

- Garder le dos droit, les abdos tendus, les genoux fléchis et les pieds à la largeur des épaules. Faire une flexion des coudes suivis d'un développé des épaules. Prise neutre ou marteau (paumes de mains vers l'intérieur)

Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**2**	**12**	**Monter un genou lors de la flexion de coude**

7C : Dumbbell Bent Over Row / Ramer



- Le corps incliné vers l'avant, le dos parallèle au sol, les genoux fléchis, tirer les dumbbells en gardant les coudes au-dessus des mains. Prise pronation. Tirer les épaules vers le haut et garder la tête haute.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**2**	**12**

7D : Assis tirage rotation tronc avec dumbbell

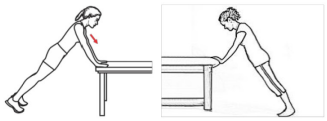
- Assis sur un banc, tenir un dumbbell à 2 mains. Tenir le dumbbell sur le côté de la cuisse en tournant les épaules. Lever la charge tout en tournant les épaules du côté opposé. Aligner la charge avec l'épaule opposée. Garder vos abdos tendus.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**2**	**12**

7E : Pause eau

Sem.	Séries	Durée
1-12	1er	00:30
	2e	01:00

8A : Push-up debout mains sur table



- Les mains placées sur le bord d'une table alignées avec les épaules, faire des tractions en gardant les coudes alignés avec les mains. Garder le dos droit, les abdos tendus et la tête haute.

Sem.	Séries	Rep
1-12	2	12

8B : Lunge avant + élévation des bras avec charge

- Garder le dos droit, la tête haute et les abdos tendus - Faire un grand pas vers l'avant en gardant le genou au-dessus de la cheville, genou à 90 degrés - Lever les bras à la hauteur des épaules tout en descendant

Sem.	Séries	Rep
1-12	2	12

8C : Burpee sur chaise sans saut

- Placer un banc devant vous, faire des burpees vos mains atterrissant sur le banc. Exploser aux hanches lors du saut.

Sem.	Séries	Rep
1-12	2	12

8D : Extension de coudes sur banc sur 1 pied

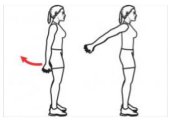
- Les mains en appui sur le bord d'un banc (pronation), 1 pied au sol, faire des extensions des coudes. Garder les abdos tendus.

Sem.	Séries	Rep
1-12	2	12

8E : Pause eau

Sem.	Séries	Durée
1-12	1er	00:30
	2e	01:00

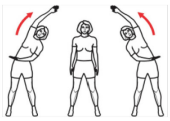
9A : Étirement épaules et poitrine



- Debout, les mains jointes derrière le dos, les bras droits, monter les mains le plus possible tout en gardant le dos droit et la tête haute. Garder les abdos tendus.

Sem.	Séries	Durée
1-12	1	00:20

9B : Flexion latérale debout



- Debout, les pieds à la largeur des épaules, faire des flexions latérales en gardant les bras et les épaules alignés avec le corps et les jambes. Maintenir la position latérale quelques secondes.

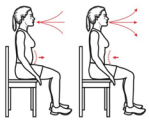
Sem.	Séries	Durée
1-12	1	00:20

9C : Flexion avant étirement bas dos assis

- Assis sur une chaise, les fesses sur le devant du siège, descendre vers l'avant en glissant les mains le long de la cuisse - Garder la jambe tendue droite

Sem.	Séries	Durée
1-12	1	00:20

9D : Séquence respiratoire

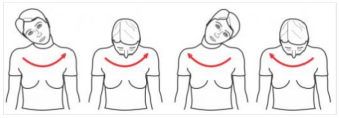


- Pour que vous puissiez utiliser efficacement votre diaphragme pour respirer, vous devez vous assurer que votre ventre se dilate pendant que vous respirez. Respirez par le nez, par la bouche. Essayez d'élargir votre ventre autant que possible, avec aussi peu de mouvement de la poitrine que possible. Remplissez vos poumons à pleine capacité en inhalant et en expirant le vider complètement. Ne pas exagérer la respiration. Répétez 10 à 15 fois avant de dormir. Vous pouvez faire cette séance ou debout pendant la journée ainsi, il suffit de vous assurer que vous n'êtes pas voûté vers l'avant.

Sem.	Séries	Rep
1-12	1	3

2. CARFO niveau 3 - bloc 2 (sem 5 à 8)

1A : Cercle de la tête



- Garder le dos droit. Balancer la tête vers l'avant de gauche à droite et de droite à gauche.

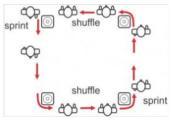
Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1**	**12**	**6 chaque côté**

1B : Marche sur place

- Garder le dos droit, les abdos tendus et la tête haute - Marcher sur place en bougeant les bras et les jambes, lever un bras avec la jambe opposée

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**40**

1C : Marche autour d'une chaise - genoux hauts



Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1**	**12**	**6 chaque direction**

1D : Talon aux fesses - bras en haut

- Sur place, amener vos talons vers vos fesses alternativement en sautillant.

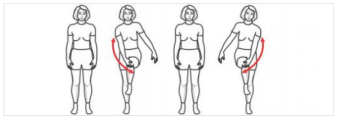
Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12 - 24**

1E : Genoux hauts - bras en haut

- Garder le dos droit, les abdos tendus et la tête au-dessus du pied. En gardant le genou à 90 degrés, tirer le genou vers le haut en gardant l'équlibre. Alterner.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12 - 24**

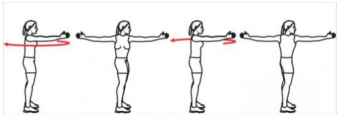
1F : Main genou opposé



- Debout, amener le genou à la main opposée en soulevant la jambe.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**20**

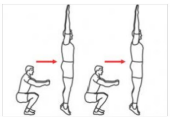
1G : Tape mains rotation du tronc



- Debout, les mains jointent devant à la hauteur des épaules, faire un demi-tour d'un côté et de l'autre tout en gardant les bras à la hauteur des épaules et une main devant. Garder la tête haute, le dos droit et les abdos tendus.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12**

1H : Petit Grand - sans appui



- Déplacer vous vers l'avant en vous faisant petit et grand. Monter sur la pointe des pieds. Garder le dos droit et les abdos tendus.

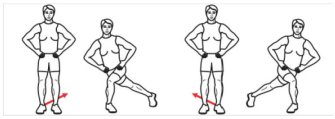
Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1**	**12**	**Sans soulever les talons**

2A : Jump and jack sans saut

- Sauter sur place en ouvrant et fermant les jambes et les bras en même temps. Travailler sur le devant des pieds et garder la tête haute.

Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1**	**20**	**Flexion jambes jointe entre chaque jack**

2B : Curtsey lunges alternés avec squat



- Debout, les mains à la taille, les pieds sous les hanches, faire un grand pas derrière vous en croisé, revenir à la position de départ et répéter de l'autre côté. Garder les hanches vers l'avant.

Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1**	**12**	**Squat profond**

2C : Genou haut + taper mains sous cuisse

- Se déplacer vers l'avant en touchant le coude au genou opposé

Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1**	**20**	**+ taper main au dessus de la tête quand 2 pieds au sol**

3A : Talon aux fesses et bras en haut avec charge

- Sur place, amener vos talons vers vos fesses alternativement en sautillant.

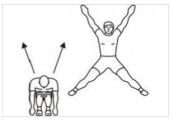
Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**01:00**

3B : Coup de pied devant, coup de poing main opp et touche au sol même jambe derrière

- En position de combat, donner un coup de pied devant vous, et tout en restant sur votre pied, donner un coup de pied derrière. Tourner vos hanches et amener le genou devant en pivotant sur votre pied. Garder les abdos tendus.

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**01:00**

3C : Popcorn



- Garder les abdos tendus - Débuter recroquevillé, sauter et ouvrir les jambes et les bras - Retomber recroquevillé - Travailler sur le devant des pieds

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**01:00**

4 : Pause eau

Sem.	Séries	Durée
1-12	**1er**	**00:30**
	2e	**01:00**

5A : Fente multidirectionnelle

-Garder le dos droit, les abdos tendus et la tête haute. 90°aux hanches et genoux. Repoussez-vous en position debout en poussant par le talon. Répétez à 45° de la première fente avant et sur le côté.

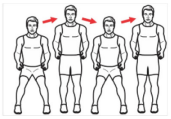
Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**01:00**

5B : 4 Coup de pieds + 4 coups de poing

- Debout le dos droit et les abdos tendus - Lever un genou à la hauteur de la hanche et donner un coup de pied (extension rapide du genou), ramener le pied et répéter de l'autre côté

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**01:00**

5C : 2 pas chassé bas (position squat), bras devant et abduction de la jambe et du bras opposé



- Faire des pas chassés (Shuffle). Garder la tête au-dessus de vos pieds. Garder le dos droit et vos abdos tendus.

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**01:00**

5D : Pause eau

Sem.	Séries	Durée
1-12	**1er**	**00:30**
	2e	**01:00**

6A : Petits pas rapides sur place étroits et larges (flash dance)

- Debout, débuter les pieds rapprochés. Ouvrir une jambe d'un côté, suivi de l'autre jambe de l'autre côté, refermer les jambes alternativement et répéter la séquence alternativement. Garder le dos droit et les abdos tendus. Pour un niveau plus élevé, lever les genoux plus haut ou accentuer la vitesse des jambes.

Sem.	Séries	Durée	Note
1-12	**2**	**01:00**	**Intervalles de vitesses: 15 sec. rapide, 15 sec. lent.**

6B : Bench Burpee

- Placer un banc devant vous, faire des burpees vos mains atterrissant sur le banc. Exploser aux hanches lors du saut.

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**01:00**

6C : Russian Kettlebell Swing

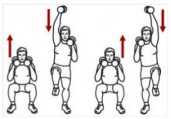
- Garder le dos droit, la tête haute et les abdos tendus. Tirer sur le bassin vers l'avant et vers le haut. Amener les bras à la hauteur des épaules.

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**01:00**

6D : Pause eau

Sem.	Séries	Durée
1-12	**1er**	**00:30**
	2e	**01:00**

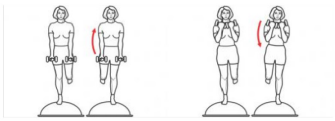
7A : Dumbbell Squat développé épaule levée de jambe alter



- Débuter en tenant un dumbbell dans chaque main sur vos épaules. Alternativement, descendre en Squat et remonter tout en faisant un développé d'épaule avec un bras et en levant le genou du même côté. Garder votre dos droit, vos abdos tendus et la tête haute.

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**00:30**

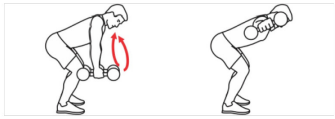
7B : Dumbbell Curl et lever de talons (au sol)



- Faire des flexions de coudes avec les dumbbells tout en levant les talons alternativement. Garder la tête au-dessus des pieds, le dos droit et les abdos tendus.

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**00:30**

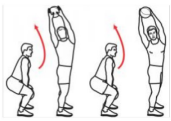
7C : Fly dos avec dumbbell



- Les pieds à la largeur des épaules, genoux fléchis, le corps penché vers l'avant, tenir un dumbbell dans chaque main devant vous prise neutre (ou marteau). Garder le dos droit presque parallèle au sol. Les coudes légèrement fléchis, lever la charge sur le côté, aligner les bras avec les épaules. Revenir à la position de départ. Garder les abdos tendus.

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**00:30**

7D : Squat et balancement latéral avec BM



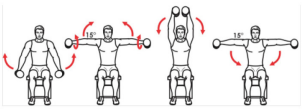
- D'une position de Squat, tenir le ballon entre vos jambes. Balancer le ballon médicinal à gauche et à droite en tournant le corps. Garder les abdos tendus et la tête haute. Tourner la tête.

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**00:30**

7E : Pause eau

Sem.	Séries	Durée
1-12	1er	00:30
	2e	01:00

8A : Élévation latérale des bras avec DB (rotation) debout



- Assis sur un banc, tenir un dumbbell dans chaque main, prise neutre ou marteau (paumes de mains vers vous). Lever les charges latéralement en gardant les bras alignés avec le corps et les coudes légèrement fléchis. Faire une rotation des mains au niveau de l'épaule pour finir avec les paumes de mains vers l'intérieur.

Sem.	Séries	Durée
1-12	2	00:30

8B : Lunge arrière avec rebonds, dumbbell dans les mains

- Garder le dos droit, les abdos tendus et la tête haute. Déplacer le pied vers l'arrière et ramener le dans la position de départ. Alterner.

Sem.	Séries	Durée
1-12	2	00:30

8C : Élévation des bras vers l'avant et extension coudes au-dessus tête avec charge

- Garder le dos droit, les abdos tendus et les genoux légèrement fléchis - Avec un ballon lourd, faire des extensions des coudes en gardant les coudes fixes de chaque côté de la tête

Sem.	Séries	Durée
1-12	2	00:30

8D : Planche mains sur chaise

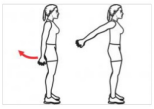
- Faire la planche avec les mains sur un ballon suisse. Garder les bras verticaux, les abdos tendus et le dos droit.

Sem.	Séries	Durée
1-12	2	00:30

8E : Pause eau

Sem.	Séries	Durée
1-12	1er	00:30
	2e	01:00

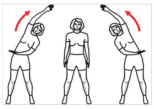
9A : Étirement épaules et poitrine



- Debout, les mains jointes derrière le dos, les bras droits, monter les mains le plus possible tout en gardant le dos droit et la tête haute. Garder les abdos tendus.

Sem.	Séries	Durée
1-12	1	00:20

9B : Flexion latérale debout



- Debout, les pieds à la largeur des épaules, faire des flexions latérales en gardant les bras et les épaules alignés avec le corps et les jambes. Maintenir la position latérale quelques secondes.

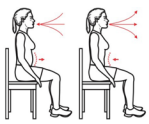
Sem.	Séries	Durée
1-12	1	00:20

9C : Flexion avant étirement bas dos assis

- Assis sur une chaise, les fesses sur le devant du siège, descendre vers l'avant en glissant les mains le long de la cuisse - Garder la jambe tendue droite

Sem.	Séries	Durée
1-12	1	00:20

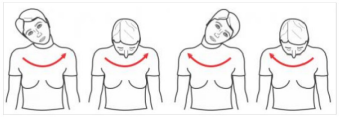
9D : Séquence respiratoire



- Pour que vous puissiez utiliser efficacement votre diaphragme pour respirer, vous devez vous assurer que votre ventre se dilate pendant que vous respirez. Respirez par le nez, par la bouche. Essayez d'élargir votre ventre autant que possible, avec aussi peu de mouvement de la poitrine que possible. Remplissez vos poumons à pleine capacité en inhalant et en expirant le vider complètement. Ne pas exagérer la respiration. Répétez 10 à 15 fois avant de dormir. Vous pouvez faire cette séance ou debout pendant la journée ainsi, il suffit de vous assurer que vous n'êtes pas voûté vers l'avant.Sem. Séries Rep 1-12 1 3

2. CARFO niveau 3 - bloc 3 (sem 9 à 12)

1A : Cercle de la tête



- Garder le dos droit. Balancer la tête vers l'avant de gauche à droite et de droite à gauche.

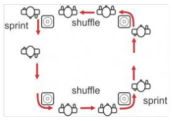
Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1**	**12**	**6 chaque côté**

1B : Marche sur place

- Garder le dos droit, les abdos tendus et la tête haute - Marcher sur place en bougeant les bras et les jambes, lever un bras avec la jambe opposée

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**40**

1C : Marche autour d'une chaise - genoux hauts



Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1**	**12**	**6 chaque direction**

1D : Talon aux fesses - bras en haut

- Sur place, amener vos talons vers vos fesses alternativement en sautillant.

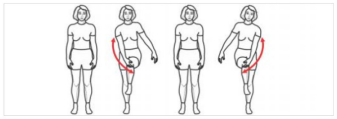
Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12 - 24**

1E : Genoux hauts - bras en haut

- Garder le dos droit, les abdos tendus et la tête au-dessus du pied. En gardant le genou à 90 degrés, tirer le genou vers le haut en gardant l'équlibre. Alterner.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12 - 24**

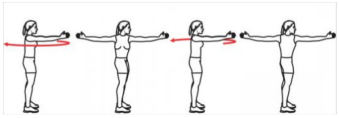
1F : Main genou opposé



- Debout, amener le genou à la main opposée en soulevant la jambe.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**20**

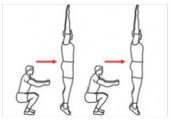
1G : Tape mains rotation du tronc



- Debout, les mains jointent devant à la hauteur des épaules, faire un demi-tour d'un côté et de l'autre tout en gardant les bras à la hauteur des épaules et une main devant. Garder la tête haute, le dos droit et les abdos tendus.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12**

1H : Petit Grand - sans appui



- Déplacer vous vers l'avant en vous faisant petit et grand. Monter sur la pointe des pieds. Garder le dos droit et les abdos tendus.

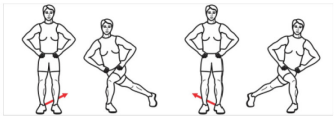
Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1**	**12**	**Sans soulever les talons**

2A : Jump and jack sans saut

- Sauter sur place en ouvrant et fermant les jambes et les bras en même temps. Travailler sur le devant des pieds et garder la tête haute.

Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1**	**20**	**Flexion jambes jointe entre chaque jack**

2B : Curtsey lunges alternés avec squat



- Debout, les mains à la taille, les pieds sous les hanches, faire un grand pas derrière vous en croisé, revenir à la position de départ et répéter de l'autre côté. Garder les hanches vers l'avant.

Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1**	**12**	**Squat profond**

2C : Genou haut + taper mains sous cuisse

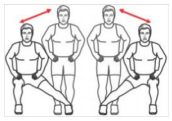
- Se déplacer vers l'avant en touchant le coude au genou opposé

Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1**	**20**	**+ taper main au dessus de la tête quand 2 pieds au sol**

3A : Mouvement de saut à la corde (petits sauts sur un pied et sur l'autre, sans corde)

Sem.	Phases	Durée
1-12	**2**	**01:00**

3B : Pas de côté en écart + uppercut



- Les mains sur les hanches, faire un grand pas de côté en alternance. Garder le dos droit et les abdos tendus.

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**01:00**

3C : Boxe

Sem.	Phases	Durée	Note
1-12	**2**	**01:00**	**Intervalles de vitesse: 20 sec. rapide, 10 secondes lent**

3D : Pause eau

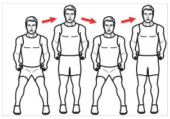
Sem.	Séries	Durée
1-12	**1er**	**00:30**
	2e	**01:00**

4A : Burpee sur chaise avec saut

- Placer un banc devant vous, faire des burpees vos mains atterrissant sur le banc. Exploser aux hanches lors du saut.

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**01:00**

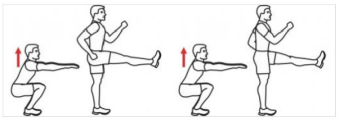
4B : 2 pas chassé (position squat) avec élévation latérale des bras et petit grand avec coude genou opposé (avec charge)



- Faire des pas chassés (Shuffle). Garder la tête au-dessus de vos pieds. Garder le dos droit et vos abdos tendus.

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**01:00**

4C : Squat Kick



- Les pieds sous les épaules, faire un développé de jambes, cuisses parallèles au sol, bras en extension devant. Remonter en levant une jambe devant vous tout en faisant un mouvement de bras de course, lever bras avec jambe opposée, coudes à 90°. Garder les abdos tendus et la tête haute.

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**01:00**

4D : Petits pas rapides sur place étroits et larges (flash dance)

- Debout, débuter les pieds rapprochés. Ouvrir une jambe d'un côté, suivi de l'autre jambe de l'autre côté, refermer les jambes alternativement et répéter la séquence alternativement. Garder le dos droit et les abdos tendus. Pour un niveau plus élevé, lever les genoux plus haut ou accentuer la vitesse des jambes.

Sem.	Séries	Durée	Note
1-12	**2**	**01:00**	**Intervalles de vitesse: 20 sec. rapide, 10 sec. lent**

4E : Pause eau

Sem.	Séries	Durée
1-12	**1er**	**00:30**
	2e	**01:00**

5A : Ramasser devant et saut

- Sur un pied, toucher au sol devant vous, tout en amenant la jambe libre derrière vous, le pied à la hauteur de la hanche, et en ayant la jambe fléchie du pied au sol. Après avoir touché au sol, rapidement ramener le genou de la jambe libre devant vous tout en sautant. Répéter tout en restant sur le même pied.

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**01:00**

5B : PWRMoves Step Debout (avec charge)

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**01:00**

5C : Balancement Kettlebell de côté avec lunge

- Débuter avec les pieds légèrement plus étroits que les épaules. Balancer le kettlebell de côté vers le haut tout en faisant un lunge avant. Faire le pas avec le pied droit si vous balancez le kettlebell du côté droit. Garder la tête haute, les abdos tendus et le dos droit. Alterner.

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**01:00**

5D : Pause eau

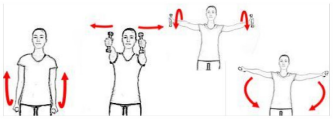
Sem.	Séries	Durée
1-12	**1er**	**00:30**
	2e	**01:00**

6A : Thruster et extension des coudes avec dumbbell

- Gardez votre dos droit, la tête haute et les abdominaux serrés. Un haltère dans chaque main sur votre épaule, prise neutre. Descendez en squat. Au fur et à mesure que vous remontez votre corps, poussez sur vos haltères pour terminer le mouvement avec vos bras droits au-dessus de votre tête. Utilisez vos jambes pour pousser sur vos haltères.

Sem.	Séries	Durée
1-12	**3**	**00:30**

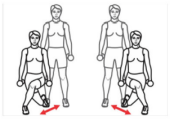
6B : Élévation de bras devant flexion sur le côté



- Garder le dos droit, les abdos tendus et la tête haute - Prise neutre, lever les bras devant à la hauteur des épaules - Ouvrir les bras de chaque côté et tourner les paumes de mains vers le bas, redescendre les mains de chaque côté

Sem.	Séries	Durée
1-12	**3**	**00:30**

6C : DB Forward and Backward Cross Lunge



- Debout, un dumbbell dans chaque main, faire un lunge avant croisé dans un angle d'environ 45°. Le genou de la jambe avant à environ 90°. Revenir à la position de départ et répéter de l'autre côté. Garder le dos droit, la tête haute et les abdos tendus.

Sem.	Séries	Durée
1-12	**3**	**00:30**

6D : Planche tape épaule

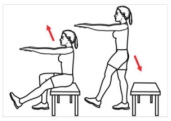
- En position de planche, taper épaule opposée tout en gardant le corps stable et droit. Garder le dos droit et les abdos tendus.

Sem.	Séries	Durée
1-12	**3**	**00:30**

6E : Pause eau

Sem.	Séries	Durée
1-12	**3**	**00:30**

7A : Piston sur banc



- Départ assis sur le banc, une jambe au sol et l'autre dans les airs. Contracter la jambe au sol afin de vous redresser complètement sur une jambe puis retourner à la position de départ, assis sur le banc.

Sem.	Séries	Durée	Note
1-12	**3**	**00:30**	**15 sec. de chaque jambe**

7B : Flexion latérale et développé épaule avec DB

- Debout, tenir un dumbbell près de votre épaule. Pousser le dumbbell verticalement au-dessus de votre épaule, tout en vous inclinant sur le côté opposé de la levée. Garder les abdos tendus et les genoux fléchis.

Sem.	Séries	Durée
1-12	**3**	**00:30**

7C : Fente latérale DB Press

- Debout, les pieds à la largeur des hanches, tenir un dumbbell devant vous à 2 mains. Alternativement, effectuer une fente latérale basse, suivi d'une extension des bras devant votre poitrine. Garder le dos droit, la tête droite et les abdos tendus.

Sem.	Séries	Durée
1-12	**3**	**00:30**

7D : Mountain Climber mains sur banc

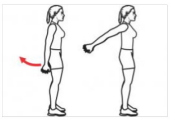
- En position de planche avec les mains sur un banc, tirer les genoux sous votre corps en alternance. Garder les abdos tendus et la tête haute.

Sem.	Séries	Durée
1-12	**3**	**00:30**

7E : Pause eau

Sem.	Séries	Durée
1-12	**3**	**00:30**

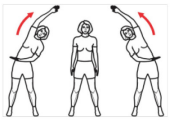
8A : Étirement épaules et poitrine



- Debout, les mains jointes derrière le dos, les bras droits, monter les mains le plus possible tout en gardant le dos droit et la tête haute. Garder les abdos tendus.

Sem.	Séries	Durée
1-12	**1**	**00:20**

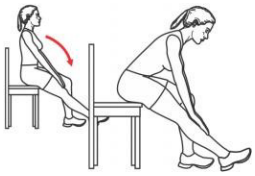
8B : Flexion latérale debout



- Debout, les pieds à la largeur des épaules, faire des flexions latérales en gardant les bras et les épaules alignés avec le corps et les jambes. Maintenir la position latérale quelques secondes.

Sem.	Séries	Durée
1-12	**1**	**00:20**

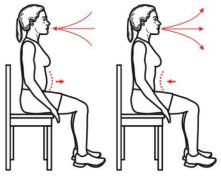
8 C : Flexion avant étirement bas dos assis



- Assis sur une chaise, les fesses sur le devant du siège, descendre vers l'avant en glissant les mains le long de la cuisse - Garder la jambe tendue droite

Sem.	Séries	Durée
1-12	**1**	**00:20**

8 D : Séquence respiratoire

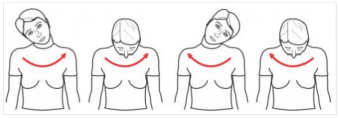


- Pour que vous puissiez utiliser efficacement votre diaphragme pour respirer, vous devez vous assurer que votre ventre se dilate pendant que vous respirez. Respirez par le nez, par la bouche. Essayez d'élargir votre ventre autant que possible, avec aussi peu de mouvement de la poitrine que possible. Remplissez vos poumons à pleine capacité en inhalant et en expirant le vider complètement. Ne pas exagérer la respiration. Répétez 10 à 15 fois avant de dormir. Vous pouvez faire cette séance ou debout pendant la journée ainsi, il suffit de vous assurer que vous n'êtes pas voûté vers l'avant.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**3**

3. FLEX niveau 3 - bloc 1 (sem 1 à 4)

1A : Cercle de la tête



- Garder le dos droit. Balancer la tête vers l'avant de gauche à droite et de droite à gauche.

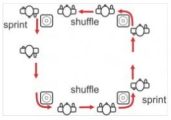
Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1**	**12**	**6 chaque côté**

1B : Marche sur place

- Garder le dos droit, les abdos tendus et la tête haute - Marcher sur place en bougeant les bras et les jambes, lever un bras avec la jambe opposée

Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1**	**40**	**20 reps de chaque jambe**

1C : Marche autour d'une chaise



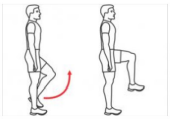
Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1**	**12**	**6 chaque direction**

1D : Talon aux fesses

- Sur place, amener vos talons vers vos fesses alternativement en sautillant.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12 - 24**

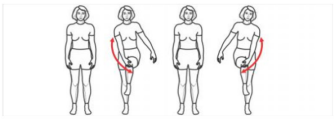
1E : Genoux hauts



- Garder le dos droit, les abdos tendus et la tête au-dessus du pied. En gardant le genou à 90 degrés, tirer le genou vers le haut en gardant l'équlibre. Alterner.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12 - 24**

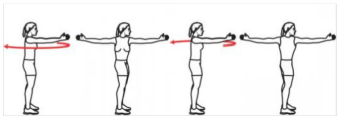
1F : Main genou opposé



- Debout, amener le genou à la main opposée en soulevant la jambe.

Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1**	**20**	**10 reps de chaque jambe**

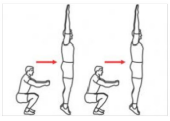
1G : Tape mains rotation du tronc



- Debout, les mains jointent devant à la hauteur des épaules, faire un demi-tour d'un côté et de l'autre tout en gardant les bras à la hauteur des épaules et une main devant. Garder la tête haute, le dos droit et les abdos tendus.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12**

1H : Petit Grand



- Déplacer vous vers l'avant en vous faisant petit et grand. Monter sur la pointe des pieds. Garder le dos droit et les abdos tendus.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12**

2A : Coup de pied + coup de poing

- Debout le dos droit et les abdos tendus - Lever un genou à la hauteur de la hanche et donner un coup de pied (extension rapide du genou), ramener le pied et répéter de l'autre côté

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**01:00**

2B : PWRMoves Rock Debout 1 pied

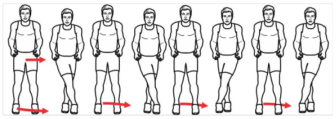
Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**01:00**

2C : Petit et grand + coude au genou entre chaque mouvement

- Se déplacer vers l'avant en touchant le coude au genou opposé

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**01:00**

2D : Déplacement latéral en croisé devant et arrière



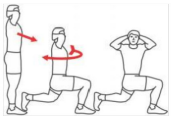
- Marcher ou courir de côté en croisant une jambe soit devant, soit derrière l'autre. Travailler sur le devant des pieds.

Sem.	Séries	Durée	Note
1-12	**2**	**01:00**	**Maintenir la jambe en élévation latérale pendant quelques secondes après le dernier croisement d**

2E : Pause eau

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**00:30**

3A : Fente statique et rotation du tronc



- Garder le dos droit, les abdos tendus, mains derrière la tête et le regard vers l'avant - Faire un grand pas vers l'avant (genou à environ 90 degrés) - Tourner la tête et les épaules d'un côté, revenir droit et repousser en position de départ - Répéter en tournant le corps de l'autre côté.

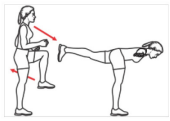
Sem.	Séries	Durée	Note
1-12	**2**	**01:00**	**30 sec. chaque côté**

3B : Fente latérale avec légère torsion du tronc avec les bras

- Garder le dos droit et les abdos tendus - Descendre de côté, en gardant un pied en place et en déplaçant l'autre alternativement - Descendre genou à 90 degrés

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**01:00**

3C : Genou levé à arabesque



Débuter en levant le genou à la hauteur de la hanche. Descendre le corps vers l'avant pour prendre une position arabesque (bras en croix). Maintenir la position et répéter le mouvement. Dos droit et abdos tendus.

Sem.	Séries	Durée	Note
1-12	**2**	**01:00**	**30 sec. chaque côté**

3D : Équilibre sur 1 pied + rotation du tronc

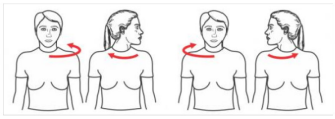
- Debout sur 1 pied, le genou de la jambe opposée à la hauteur de la hanche, placer les bras de chaque côté et maintenir votre équilibre. Maintenir votre tête au-dessus de votre pied. Garder les abdos tendus et le dos droit.

Sem.	Séries	Durée	Note
1-12	**2**	**01:00**	**30 sec. chaque côté. Sans appui et sans déposer le pied entre chaque répétition.**

3E : Pause eau

Sem.	Séries	Durée
1-12	**1**	**00:30**

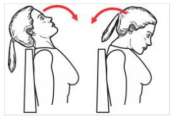
4A : Rotation du cou debout (mouvement "non")



- Tourner la tête à droite et à gauche. Garder la tête droite.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12**

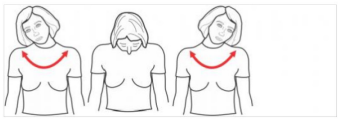
4B : Flexion et extension debout (mouvement "oui")



- En position assise, sur une chaise avec dossier élevé, pencher votre tête en arrière et en avant . Garder la base du cou en appui sur le bord du dossier.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12**

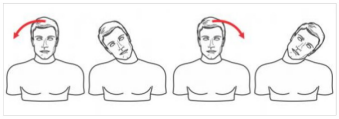
4C : Balancement de la tête debout



- Balancer la tête devant de gauche à droite et de droite à gauche.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12**

4D : Flexibilité / Amplitude de mouvement cou debout



- Pencher votre tête à droite et à gauche - Garder la tête droite alignée avec le corps

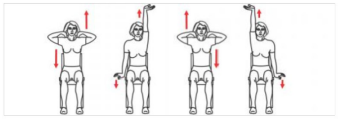
Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12**

4E : Étirement trapèze avant 45° debout

- Placer votre main sur le dessus et arrière de la tête. Tirer vers l'avant dans un angle d'environ 45°. Descendre l'épaule du bras placer à côté de votre corps. Maintenir la position.

Sem.	Séries	Durée	Note
1-12	**1**	**01:00**	**30 sec. chaque côté**

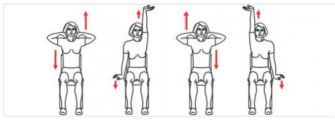
5A : Étirement des bras vers le haut vers le bas debout



- Garder le dos droit, les abdos tendus et la tête droite - Débuter les mains sur les épaules, simultanément, allonger un bras vers le haut et l'autre bras vers le bas, les doigts vers l'extérieur - Ramener les mains sur les épaules et répéter de l'autre côté

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12**

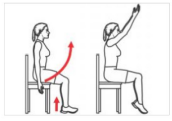
5B : Étirement des bras vers le haut vers le bas debout



- Garder le dos droit, les abdos tendus et la tête droite - Débuter les mains sur les épaules, simultanément, allonger un bras vers le haut et l'autre bras vers le bas, les doigts vers l'extérieur - Ramener les mains sur les épaules et répéter de l'autre côté

Sem.	Séries	Durée	Note
1-12	**1**	**01:00**	**30 sec. chaque côté**

5C : Élévation des bras vers le haut debout



- Assis, garder le dos droit, la tête haute et les abdos tendus. Les mains en supination (paumes vers l'avant), lever les bras devant vous tout en levant les talons.

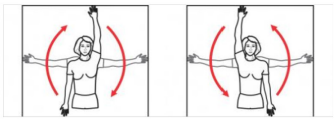
Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12**

5D : Étirement des bras vers le haut debout

- Garder le dos droit, les abdos tendus et la tête droite. Placer les mains au-dessus de la tête, doigts croisée, paumes vers le haut. Pousser les mains vers le ciel le plus possible tout en allongeant le coprs

Sem.	Séries	Durée
1-12	**1**	**00:30**

5E : Demi-cercle des bras debout



- Le dos appuyé sur un mur, déplacer les bras sur le côté en les glissant sur le mur. Mouvement inversé, pendant qu'un bras monte l'autre redescend. Garder les abdos tendus et la tête sur le mur, les paumes de mains vers l'avant.

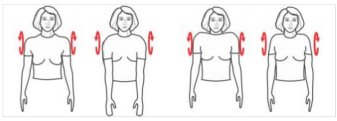
Sem.	Séries	Durée
1-12	**1**	**00:30**

6A : Ramer bas debout (sans matériel)

- Debout dans une position basse, les pieds à la largeur des épaules, tenir les poignées du câble (ou de l'élastique) prise neutre (paume vers vous). Tirer la charge juste sous votre poitrine. Garder le dos droit et les abdos tendus.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12**

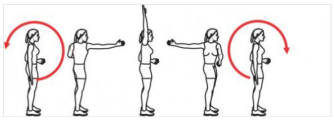
6B : Rotation des épaules debout



- Garder le corps droit. Regarder devant, tête droite. Les bras de chaque côté du corps, faire des grands cercles avec les épaules.

Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1**	**24**	**12 dans chaque direction**

6C : Rotation des bras vers l'arrière avec rotation du tronc debout



- Faire de grandes rotations d'un bras d'un côté et de l'autre, tout en pivotant le tronc sur un demi-tour complet. Diriger la main le plus loin possible devant et derrière.

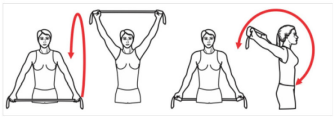
Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12**

6D : Flexibilité / Amplitude de mouvement épaule debout

- Debout, descendre la tête sur le côté en regardant légèrement vers le haut. Amener la main vers la cuisse de la jambe opposée et maintenir l'étirement. Lever le bras dans un angle d'environ 45° en passant devant vous et maintenir l'étirement. Répéter le mouvement. Garder le dos droit et les abdos tendus.

Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1**	**24**	**12 chaque côté**

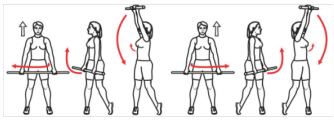
7A : Mobilisation épaules avec serviette debout



- Debout, tenir l'élastique devant vous à la hauteur de la hanche (prise supination). Étirez légèrement la bande. De là, tout en gardant les bras droits, faire un grand cercle en passant la bande au-dessus de votre tête aussi loin que possible tout en restant confortable. Idéalement, vous devriez être en mesure de faire une rotation des épaules durant tout le mouvement et toucher le bas du dos avec l'élastique. Retour à la position de départ. Ne pas évaser vos côtes tout au long du mouvement.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12**

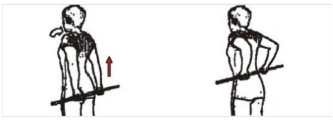
7B : Balancement des bras avec serviette debout



- Debout, pieds légèrement plus larges que les hanches et bâton entre les mains (coudes en extension). Utiliser la hanche pour amorcer la rotation, puis enchaîner avec une rotation du thorax, avant de terminer par une élévation des bras en cherchant à prolonger le mouvement en oblique vers le haut. Revenir séquentiellement à la position de départ.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12**

7C : Extension poitrine debout avec serviette



- Garder le dos droit et les abdos tendus - Tirer les épaules vers l'arrière - Monter la barre le plus possible derrière vous

Sem.	Séries	Durée
1-12	**1**	**00:30**

7D : Rotation externe épaule serviette debout

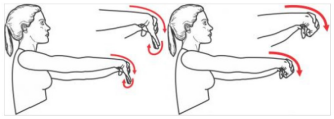
- Tenez une serviette dans votre dos avec vos deux mains, l'une derrière la tête et l'autre derrière le bas du dos. Tirez la serviette vers le haut avec la main du haut et ensuite tirez la serviette vers le bas avec l'autre main. Vos mains ne doivent pas glisser sur la serviette. Répétez l'exercice en inversant la position des mains si indiquée.

Sem.	Séries	Durée	Note
1-12	**1**	**01:00**	**30 sec. chaque côté**

8A : Flexibilité poignet / avant-bras debout

Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1**	**24**	**12 chaque côté**

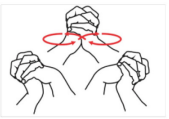
8B : Flexibilité poignet / avant-bras debout



- Garder le dos droit et les abdos tendus - Garder le bras droit devant vous, avec la main opposée prendre le dessus de la main (doigts vers le sol) et tirer vers vous lentement, fermer la main pour quelques secondes et répéter.

Sem.	Séries	Durée	Note
1-12	**1**	**01:00**	**30 sec. chaque poignet (15 sec. extension 15 sec. flexion)**

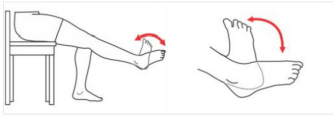
8C : Rotation de poignets debout



- Les mains jointent, faire des rotations des poignets en dessinant un 8.

Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1**	**24**	**12 chaque direction**

8D : Flexion extension de cheville debout avec ou sans appui

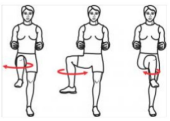


Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1**	**24**	**12 chaque côté**

8E : Rotation cheville debout avec ou sans appui

Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1**	**48**	**24 chaque côté (12 chaque direction)**

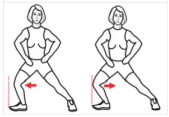
9A : Flexibilité / Amplitude de mouvement hanche debout avec ou sans appui



- En se tenant sur un pied, monter une jambe, le genou au niveau de la hanche. Pivoter la jambe vers l'extérieur et l'intérieur tout en gardant le bassin droit. Garder le dos droit, la tête haute et les abdos tendus.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12**

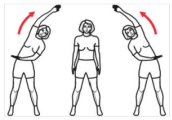
9B : Étirement adducteurs position debout



- Debout, descendre au-dessus du pied d'appui sans que le genou dépasse le devant du pied. Placer un pied perpendiculaire à l'autre pied.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12**

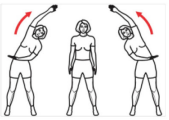
10A : Flexion latérale debout



- Debout, les pieds à la largeur des épaules, faire des flexions latérales en gardant les bras et les épaules alignés avec le corps et les jambes. Maintenir la position latérale quelques secondes.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12**

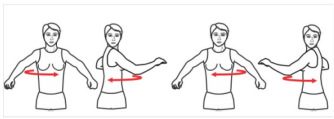
10B : Flexion latérale debout



- Debout, les pieds à la largeur des épaules, faire des flexions latérales en gardant les bras et les épaules alignés avec le corps et les jambes. Maintenir la position latérale quelques secondes.

Sem.	Séries	Durée	Note
1-12	**1**	**01:00**	**30 sec. chaque côté**

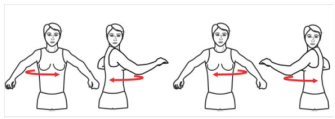
10C : Rotation du tronc debout



- Debout avec les bras levés sur les côtés. Tournez le torse vers la gauche puis vers la droite. Gardez la poitrine vers le haut. Maintenez la position verticale.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12**

10D : Rotation du tronc debout



- Debout avec les bras levés sur les côtés. Tournez le torse vers la gauche puis vers la droite. Gardez la poitrine vers le haut. Maintenez la position verticale.

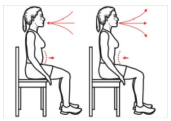
Sem.	Séries	Durée	Note
1-12	**1**	**01:00**	**30 sec. chaque côté**

10E : Étirement dos cuisse

- Garder les jambes droites et le corps près des cuisses

Sem.	Séries	Durée
1-12	**1**	**00:30**

10F : Séquence respiratoire debout avec bras qui montent et qui descendent au rythme de la respiration

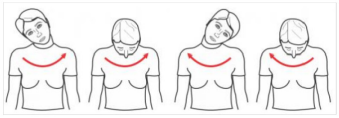


- Pour que vous puissiez utiliser efficacement votre diaphragme pour respirer, vous devez vous assurer que votre ventre se dilate pendant que vous respirez. Respirez par le nez, par la bouche. Essayez d'élargir votre ventre autant que possible, avec aussi peu de mouvement de la poitrine que possible. Remplissez vos poumons à pleine capacité en inhalant et en expirant le vider complètement. Ne pas exagérer la respiration. Répétez 10 à 15 fois avant de dormir. Vous pouvez faire cette séance ou debout pendant la journée ainsi, il suffit de vous assurer que vous n'êtes pas voûté vers l'avant.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**3**

3. FLEX niveau 3 - bloc 2 (sem 5 à 8)

1A : Cercle de la tête



- Garder le dos droit. Balancer la tête vers l'avant de gauche à droite et de droite à gauche.

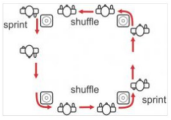
Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1**	**12**	**6 chaque côté**

1B : Marche sur place

- Garder le dos droit, les abdos tendus et la tête haute - Marcher sur place en bougeant les bras et les jambes, lever un bras avec la jambe opposée

Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1**	**40**	**20 reps de chaque jambe**

1C : Marche autour d'une chaise



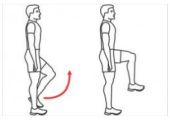
Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1**	**12**	**6 chaque direction**

1D : Talon aux fesses

- Sur place, amener vos talons vers vos fesses alternativement en sautillant.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12 - 24**

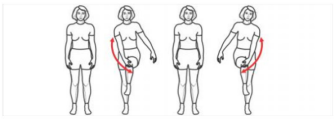
1E : Genoux hauts



- Garder le dos droit, les abdos tendus et la tête au-dessus du pied. En gardant le genou à 90 degrés, tirer le genou vers le haut en gardant l'équlibre. Alterner.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12 - 24**

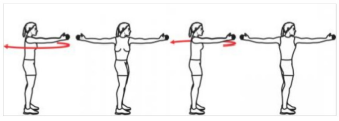
1F : Main genou opposé



- Debout, amener le genou à la main opposée en soulevant la jambe.

Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1**	**20**	**10 reps de chaque jambe**

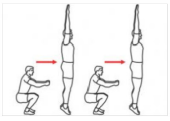
1G : Tape mains rotation du tronc



- Debout, les mains jointent devant à la hauteur des épaules, faire un demi-tour d'un côté et de l'autre tout en gardant les bras à la hauteur des épaules et une main devant. Garder la tête haute, le dos droit et les abdos tendus.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12**

1H : Petit Grand



- Déplacer vous vers l'avant en vous faisant petit et grand. Monter sur la pointe des pieds. Garder le dos droit et les abdos tendus.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12**

2A : 4 montée de genou bras en haut + 4 talons aux fesses bras devant avec charge

- Garder le dos droit, les abdos tendus et la tête haute. Se déplacer vers l'avant (ou rester sur place) en levant les genoux à la hauteur des hanches et en bougeant les bras, lever le bras opposé à la jambe que vous levez.

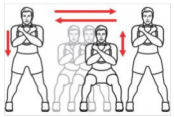
Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**01:00**

2B : 2 Jumping jack + 2 sauts ciseaux (avec charge)

- Sauter sur place en ouvrant et fermant les jambes et les bras en même temps. Travailler sur le devant des pieds et garder la tête haute.

Sem.	Séries	Durée	Note
1-12	**2**	**01:00**	**2 ouvertures à droite + 2 ciseaux à droite, puis 2 ouvertures à gauche + 2 ciseaux à gauche**

2C : Squat dig de côté position basse et squat avec charge



- Tenir un poids devant soi, faire un squat et garder la position basse pour vous déplacer de côté (3 pas) et refaire le squat pour revenir à la position de départ de la même façon. Garder la tête haute, le dos droit et les abdos tendus.

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**01:00**

2D : 4 coups de pied + 4 coups de poing avec charge

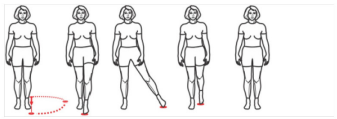
- Debout le dos droit et les abdos tendus - Lever un genou à la hauteur de la hanche et donner un coup de pied (extension rapide du genou), ramener le pied et répéter de l'autre côté

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**01:00**

2E : Pause eau

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**00:30**

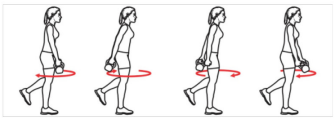
3A : Équilibre unipodal dynamique touche pointe



- En vous maintenant en équilibre sur une jambe, toucher le sol avec la pointe de votre autre pied devant vous, par la suite, sur le côté puis vers l'arrière. Garder le dos droit, la tête droite et vos abdos tendus.

Sem.	Séries		Durée	Note
1-12	**2x**	**1er**	**00:30**	**À droite**
		2e	**00:30**	**À gauche**

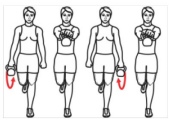
3B : Kettlebell autour taille sur 1 pied



- Debout, sur 1 pied, la tête au-dessus de votre pied d'appui, faire tourner le kettlebell autour de votre taille. Garder le dos droit et vos abdos tendus.

Sem.	Séries		Durée	Note
1-12	**2x**	**1er**	**00:30**	**À droite**
		2e	**00:30**	**À gauche**

3C : KB Swing 1 bras 1 pied transfert



- Debout sur un pied, balancer un kettlebell devant vous en le transférant d'une main à l'autre. Balancer vos 2 bras simultanément. Garder votre tête au-dessus de votre pied d'appui. Garder le dos droit et vos abdos tendus.

Sem.	Séries		Durée	Note
1-12	**2x**	**1er**	**00:30**	**À droite**
		2e	**00:30**	**À gauche**

3D : Équilibre sur 1 pied alphabet

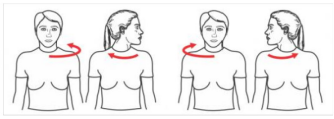
- Debout en appui sur une jambe (jambe blessée) avec le genou étendu. Déplacez la jambe opposée afin de tracer les lettres de l'alphabet devant vous avec contrôle et en maintenant l'équilibre avec la jambe d'appui. Augmentez la difficulté en pliant légèrement le genou en appui.

Sem.	Séries		Durée	Note
1-12	**2x**	**1er**	**00:30**	**À droite**
		2e	**00:30**	**À gauche**

3E : Pause eau

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**00:30**

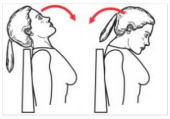
4A : Rotation du cou debout (mouvement "non")



- Tourner la tête à droite et à gauche. Garder la tête droite.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12**

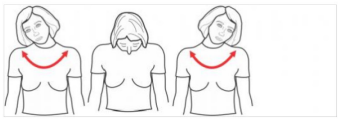
4B : Flexion et extension debout (mouvement "oui")



- En position assise, sur une chaise avec dossier élevé, pencher votre tête en arrière et en avant . Garder la base du cou en appui sur le bord du dossier.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12**

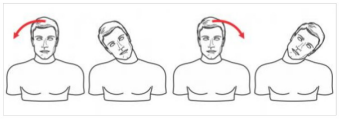
4C : Balancement de la tête debout



- Balancer la tête devant de gauche à droite et de droite à gauche.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12**

4D : Flexibilité / Amplitude de mouvement cou debout



- Pencher votre tête à droite et à gauche - Garder la tête droite alignée avec le corps

Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1**	**12**	**Maintenir la position 30 secondes de chaque côté**

5A : Mobilisation pronation / supination

Maintenir le coude à 90°, appuyé contre soi. Pivoter la main et l'avant-bras afin d'amener la paume de main vers le plafond puis vers le sol. OPTION: majorer l'étirement avec l'autre main.

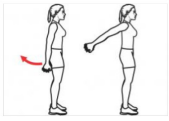
Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12**

5B : Auto-Mobilisation extension et flexion des poignets et des doigts

Se placer les mains l'une contre l'autre. Monter les coudes vers l'horizontale en gardant les paumes de mains et les doigts en contact.

Sem.	Séries	Durée	Note
1-12	**1er**	**00:30**	**En extension**
	2e	**00:30**	**En flexion**

5C : Flexibilité / Étirement épaules



- Debout, les mains jointes derrière le dos, les bras droits, monter les mains le plus possible tout en gardant le dos droit et la tête haute. Garder les abdos tendus.

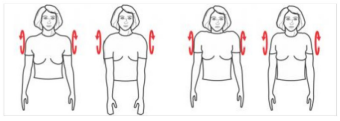
Sem.	Séries	Durée
1-12	**1**	**00:30**

5D : Flexibilité / Étirement Épaule

- Placer le bras parallèle au sol à la hauteur du cou et tirer sur le coude avec la main opposée - Alterner

Sem.	Séries	Durée	Note
1-12	**1er**	**00:30**	**À droite**
	2e	**00:30**	**À gauche**

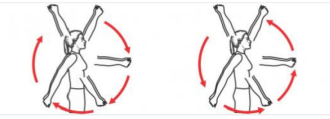
6A : Rotation des épaules debout



- Garder le corps droit. Regarder devant, tête droite. Les bras de chaque côté du corps, faire des grands cercles avec les épaules.

Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1**	**24**	**12 dans chaque direction**

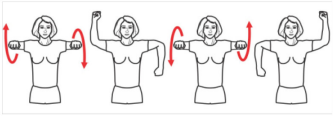
6B : Rotation des bras avant arrière



- Faire des rotations des bras vers l'avant et vers l'arrière tout en gardant le dos droit, la tête haute et le dos droit.

Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1**	**24**	**12 dans chaque direction**

6C : Rotateurs Demi-cercle alterné



- Debout (ou assis), lever les coudes à la hauteur des épaules. Tout en maintenant les coudes au niveau des épaules et dans un angle de 90°, faire des demi-cercles alternativement avec les mains. Lorsqu'une main pointe vers le haut, l'autre pointe vers le bas. Garder le dos droit et la tête droite.

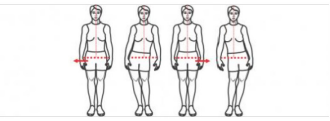
Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12 - 12**

6D : Mobilisation abduction épaules

Debout ou couché; lever les bras latéralement avec les pouces vers le haut. Stimuler le pivot des omoplates et la contraction des trapèzes surtout à partir de 90°. OPTION: dos au mur.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12**

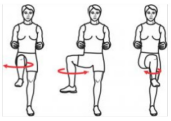
7A : Flexibilité / Amplitude de mouvement hanche



- Debout, en gardant les jambes droites, et les épaules en place, déplacer les hanches d'un côté et de l'autre. Garder les abdos tendus et la tête haute.

Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1er**	**12**	**À droite**
	2e	**12**	**À gauche**

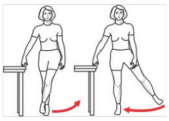
7B : Flexibilité / Amplitude de mouvement hanche debout avec ou sans appui



- En se tenant sur un pied, monter une jambe, le genou au niveau de la hanche. Pivoter la jambe vers l'extérieur et l'intérieur tout en gardant le bassin droit. Garder le dos droit, la tête haute et les abdos tendus.

Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1er**	**12**	**À droite**
	2e	**12**	**À gauche**

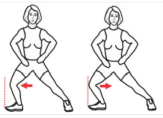
7C : Flexibilité / Amplitude de mouvement hanche



- Balancer une jambe devant vous et sur le côté. Garder le dos droit et les abdos tendus.

Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1er**	**12**	**À droite**
	2e	**12**	**À gauche**

7D : Étirement adducteurs position debout



- Debout, descendre au-dessus du pied d'appui sans que le genou dépasse le devant du pied. Placer un pied perpendiculaire à l'autre pied.

Sem.	Séries	Durée	Note
1-12	**1er**	**00:30**	**À droite**
	2e	**00:30**	**À gauche**

8A : Flexibilité / Étirement cuisse

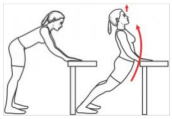
Sem.	Séries	Durée	Note
1-12	**1er**	**00:30**	**À droite**
	2e	**00:30**	**À gauche**

8B : Mobilisation lombaire flexion unilatérale / debout

Debout un pied en appui sur une chaise. Fléchir le tronc au-dessus de la jambe élevée, genou arrière un peu fléchi.

Sem.	Séries	Durée	Note
1-12	**1er**	**00:30**	**À droite**
	2e	**00:30**	**À gauche**

8C : Flexibilité / Étirement dos (en mouvement)



- Les pieds à la largeur des épaules et les mains appuyées sur une table, déplacer le bassin vers l'avant en poussant délicatement sur les mains vers le haut - Regarder vers le ciel et maintenir la position

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12**

8D : Étirement épaule dos avec chaise

- Debout, les genoux légèrement fléchis, appuyez-vous sur le dossier d'une chaise placer devant vous. Pencher le corps vers l'avant en maintenant les bras presque droits. Tout en maintenant les bras allongés, tourner le haut de votre corps vers l'intérieur de manière à sentir un étirement dans l'épaule et sur le côté de votre corps (grand dorsal). Maintenir l'étirement durant quelques secondes et répéter de l'autre côté.

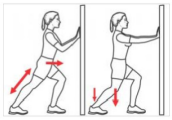
Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12 - 12**

9A : Étirement ballerine avec chaise

- Debout, jambes croisées, le pied avant du côté de la flexion. Votre appui est principalement sur la jambe arrière, incliner le corps vers la chaise tout en éloignant le bassin de la chaise. Allonger le bras au-dessus de votre tête en gardant les épaules alignées avec le corps. Maintenir la position quelques secondes et répéter.

Sem.	Séries	Durée	Note
1-12	**1er**	**00:30**	**À droite**
	2e	**00:30**	**À gauche**

9B : Flexibilité / Étirement mollet



- En poussant sur le mur pour mettre de la pression sur le talon pour le garder au sol, allonger le mollet en fléchissant la jambe et en l'allongeant.

Sem.	Séries	Durée	Note
1-12	**1er**	**00:30**	**À droite**
	2e	**00:30**	**À gauche**

9C : Étirement quadriceps

- En appui sur un mur, tenir votre cheville pour étirer le devant de votre cuisse (quadriceps). Garder le genou aligné avec la hanche, les abdos tendus et le dos droit.

Sem.	Séries	Durée	Note
1-12	**1er**	**00:30**	**À droite**
	2e	**00:30**	**À gauche**

9D : Étirement dos cuisse

- Garder les jambes droites et le corps près des cuisses

Sem.	Séries	Durée
1-12	**1**	**00:30**

10A : Flexibilité dos fessiers

- Assis, dos droit, placer la cheville d'un pied sur le genou de la jambe opposée - Jambe au sol, genou à 90 degrés - Avance la poitrine vers l'avant en gardant le dos droit - Ne pas mettre de poids sur les mains

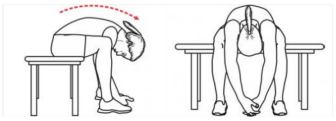
Sem.	Séries	Durée	Note
1-12	**1er**	**00:30**	**À droite**
	2e	**00:30**	**À gauche**

10B : Flexion avant étirement bas dos assis

- Assis sur une chaise, les fesses sur le devant du siège, descendre vers l'avant en glissant les mains le long de la cuisse - Garder la jambe tendue droite

Sem.	Séries	Durée	Note
1-12	**1er**	**00:30**	**À droite**
	2e	**00:30**	**À gauche**

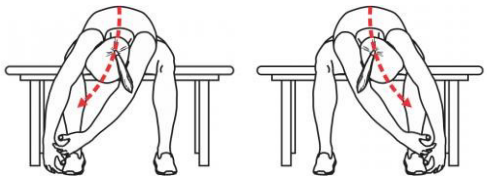
10C : Flexibilité / Étirement du dos



- Faire une flexion du tronc vers l'avant entre les genoux, bras et corps détendus.

Sem.	Séries	Durée
1-12	**1**	**00:30**

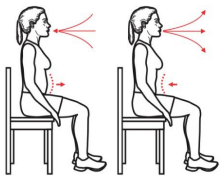
10 D : Flexibilité / Étirement du dos



- Faire une flexion du tronc vers l'avant entre les genoux, amener les bras vers un pied tout en tournant la tête dans cette direction. Alterner.

Sem.	Séries	Durée	Note
1-12	1 er	00:30	À droite
	2 e	00:30	À gauche

11 : Séquence respiratoire debout avec bras qui montent et qui descendent au rythme de la respiration

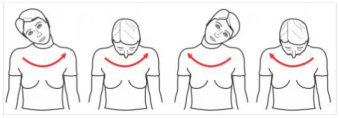


- Pour que vous puissiez utiliser efficacement votre diaphragme pour respirer, vous devez vous assurer que votre ventre se dilate pendant que vous respirez. Respirez par le nez, par la bouche. Essayez d'élargir votre ventre autant que possible, avec aussi peu de mouvement de la poitrine que possible. Remplissez vos poumons à pleine capacité en inhalant et en expirant le vider complètement. Ne pas exagérer la respiration. Répétez 10 à 15 fois avant de dormir. Vous pouvez faire cette séance ou debout pendant la journée ainsi, il suffit de vous assurer que vous n'êtes pas voûté vers l'avant.

Sem.	Séries	Rep
1-12	1	3

3. FLEX niveau 3 - bloc 3 (sem 9 à 12)

1A : Cercle de la tête



- Garder le dos droit. Balancer la tête vers l'avant de gauche à droite et de droite à gauche.

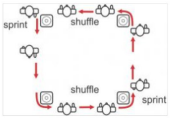
Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1**	**12**	**6 chaque côté**

1B : Marche sur place

- Garder le dos droit, les abdos tendus et la tête haute - Marcher sur place en bougeant les bras et les jambes, lever un bras avec la jambe opposée

Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1**	**40**	**20 reps de chaque jambe**

1C : Marche autour d'une chaise



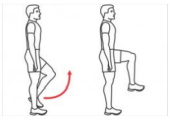
Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1**	**12**	**6 chaque direction**

1D : Talon aux fesses

- Sur place, amener vos talons vers vos fesses alternativement en sautillant.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12 - 24**

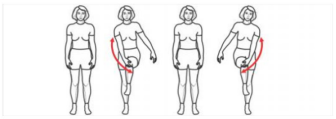
1E : Genoux hauts



- Garder le dos droit, les abdos tendus et la tête au-dessus du pied. En gardant le genou à 90 degrés, tirer le genou vers le haut en gardant l'équlibre. Alterner.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12 - 24**

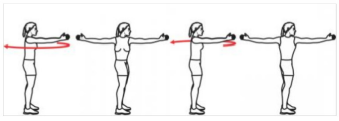
1F : Main genou opposé



- Debout, amener le genou à la main opposée en soulevant la jambe.

Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1**	**20**	**10 reps de chaque jambe**

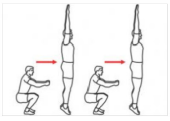
1G : Tape mains rotation du tronc



- Debout, les mains jointent devant à la hauteur des épaules, faire un demi-tour d'un côté et de l'autre tout en gardant les bras à la hauteur des épaules et une main devant. Garder la tête haute, le dos droit et les abdos tendus.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12**

1H : Petit Grand



- Déplacer vous vers l'avant en vous faisant petit et grand. Monter sur la pointe des pieds. Garder le dos droit et les abdos tendus.

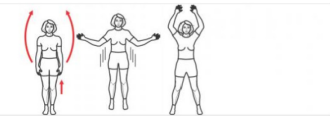
Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12**

2A : 4 montée de genou bras en haut + 4 talons aux fesses bras en haut avec charge

- Garder le dos droit, les abdos tendus et la tête haute. Se déplacer vers l'avant (ou rester sur place) en levant les genoux à la hauteur des hanches et en bougeant les bras, lever le bras opposé à la jambe que vous levez.

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**01:00**

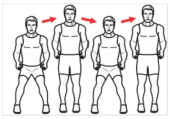
2B : 2 Jumping jack + 2 sauts ciseaux (avec charge)



- Sauter sur place en ouvrant et fermant les jambes et les bras en même temps. Travailler sur le devant des pieds et garder la tête haute.

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**01:00**

2C : Pas Chassé Bas (position squat) et coude genou opp (avec charge)



- Faire des pas chassés (Shuffle). Garder la tête au-dessus de vos pieds. Garder le dos droit et vos abdos tendus.

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**01:00**

2D : Combo burpees et coup de poing de côté

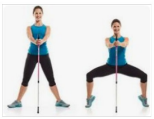
- Faire un burpees (descendre en position de push-up, ramener les jambes et sauter) suivi d'un coup de poing de côté en tournant le corps. Répéter en donnant un coup de poing de l'autre côté.

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**01:00**

2E : Pause eau

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**00:30**

2F : Squat grand plié avec bâtons



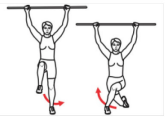
Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**01:00**

2G : Ramasser devant et saut

- Sur un pied, toucher au sol devant vous, tout en amenant la jambe libre derrière vous, le pied à la hauteur de la hanche, et en ayant la jambe fléchie du pied au sol. Après avoir touché au sol, rapidement ramener le genou de la jambe libre devant vous tout en sautant. Répéter tout en restant sur le même pied.

Sem.	Séries	Durée	Note
1-12	**1er**	**00:30**	**À droite**
	2e	**00:30**	**À gauche**

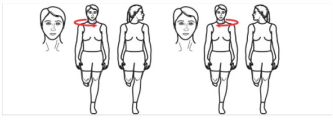
2H : Lunge croisé arrière barre Overhead Genou Up



- Debout, les pieds sous les hanches, tenir une barre au-dessus de votre tête. Faire un lunge arrière en croisant une jambe derrière l'autre et revenir à la position de départ en poussant sur la jambe arrière et en tirant sur la jambe avant, et terminer le mouvement en levant le genou devant vous à la hauteur de la hanche. Alterner. Garder le dos droit, la tête haute et les abdos tendus.

Sem.	Séries	Durée	Note
1-12	**1er**	**00:30**	**À droite**
	2e	**00:30**	**À gauche**

3A : Debout 1 pied toumer tête



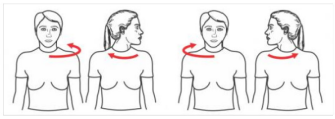
- Debout sur 1 pied, les bras de chaque côté, maintenir votre équilibre. Tourner la tête lentement vers la gauche et vers la droite. Garder les abdos tendus et le dos droit.

Sem.	Séries	Durée	Note
1-12	**1er**	**00:30**	**À droite**
	2e	**00:30**	**À gauche**

3B : Pause eau

Sem.	Séries	Durée
1-12	**2**	**00:30**

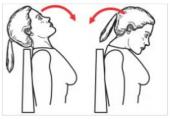
4A : Rotation du cou debout (mouvement "non")



- Tourner la tête à droite et à gauche. Garder la tête droite.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12**

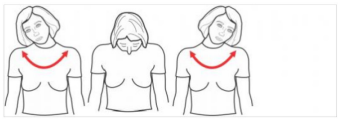
4B : Flexion et extension debout (mouvement "oui")



- En position assise, sur une chaise avec dossier élevé, pencher votre tête en arrière et en avant . Garder la base du cou en appui sur le bord du dossier.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12**

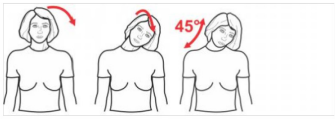
4C : Balancement de la tête debout



- Balancer la tête devant de gauche à droite et de droite à gauche.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12**

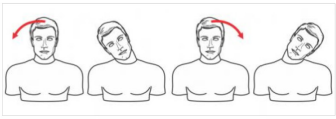
4D : Flexibilité / Amplitude de mouvement cou



- Pencher la tête de côté, et par la suite, tourner la tête dans un angle d'environ 45° en regardant vers le sol.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12**

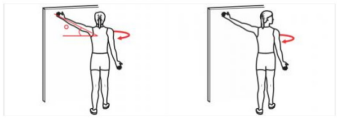
5A : Flexibilité / Amplitude de mouvement cou debout



- Pencher votre tête à droite et à gauche - Garder la tête droite alignée avec le corps

Sem.	Séries	Durée	Note
1-12	**1er**	**00:30**	**À droite**
	2e	**00:30**	**À gauche**

5B : Étirement de l'épaule sur mur



- Le bras à plat sur un mur dans un angle d'environ 30°, étirer l'épaule en tournant le haut du corps.

Sem.	Séries	Durée	Note
1-12	**1er**	**00:30**	**À droite**
	2e	**00:30**	**À gauche**

5C : Flexibilité / Étirement Épaule

- Placer le bras parallèle au sol à la hauteur du cou et tirer sur le coude avec la main opposée - Alterner

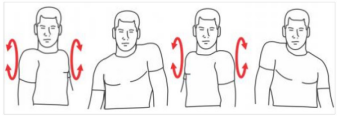
Sem.	Séries	Durée	Note
1-12	**1er**	**00:30**	**À droite**
	2e	**00:30**	**À gauche**

5D : Étirement Triceps

Amener le bras au-dessus de la tête, coude fléchi au maximum. À l'aide de l'autre main, tirer doucement le coude vers le côté opposé et l'arrière.

Sem.	Séries	Durée	Note
1-12	**1er**	**00:30**	**À droite**
	2e	**00:30**	**À gauche**

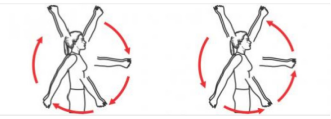
6A : Rotation alternée des épaules



- Tête droite, le regard vers l'avant. Faire des cercles avec les épaules les bras de chaque côté du corps. Alterner.

Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1**	**24**	**12 dans chaque direction**

6B : Rotation des bras avant arrière (les bras en même temps)



- Faire des rotations des bras vers l'avant et vers l'arrière tout en gardant le dos droit, la tête haute et le dos droit.

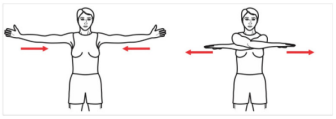
Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1**	**24**	**12 dans chaque direction**

6C : Assis mouvement des bras en brasse

- Assis, gardez le dos droit et les abdos tendus. Débuter avec les bras droits devant vous, les paumes de mains vers le sol. Faire un mouvement circulaire des mains de chaque de vous, comme le mouvement des bras en brasse en natation.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12**

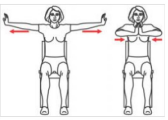
6D : Croisé de bras et allongement devant



- Debout, les pieds à la largeur des épaules, tout en gardant les bras parallèles au sol, alternativement, les croisés devant vous en allant le plus loin possible.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12**

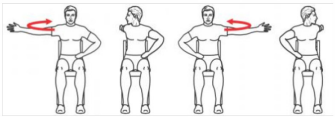
7A : Contraction isométrique pectoraux



- Garder le dos droit, les abdos tendus et la tête droite. Allonger les bras de chaque côté en tirant les doigts vers le haut. Ramener les paumes de mains ensemble en les poussant l'une sur l'autre.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12**

7B : Assis extension de l'épaule



- Garder le dos droit, les abdos tendus et la tête droite. Placer votre bras à l'horizontale, aligné avec l'épaule. Déplacer votre bras vers l'arrière en gardant vos épaules droites le plus possible.

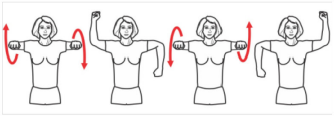
Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12**

7C : Étirement rotateurs internes coudes 90

- Debout (ou assis), débuter les coudes près du corps. Diriger vos mains vers l'arrière le plus possible, tirer vos omoplates l'une vers l'autre, en gardant les coudes près de vous et maintenir l'étirement. Revenir à la position de départ et répéter.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12**

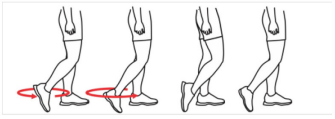
7D : Rotateurs Demi-cercle alterné



- Debout (ou assis), lever les coudes à la hauteur des épaules. Tout en maintenant les coudes au niveau des épaules et dans un angle de 90°, faire des demi-cercles alternativement avec les mains. Lorsqu'une main pointe vers le haut, l'autre pointe vers le bas. Garder le dos droit et la tête droite.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12 - 12**

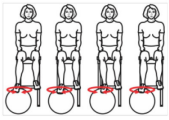
8A : Rotation de cheville



- Debout, échauffer vos chevilles en vous tenant sur 1 pied et l'autre sur le bout du pied faire des rotations. Répéter avec l'autre pied.

Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1er**	**12**	**6 dans chaque direction à droite**
	2e	**12**	**6 dans chaque direction à gauche**

8B : Assis rotation de genou avec BS



- Assis sur un banc surélevé placer un pied sur le ballon suisse. Faire des rotations internes et externes avec le pied en tournant légèrement le ballon.

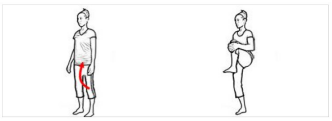
Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1er**	**12**	**6 dans chaque direction à droite**
	2e	**12**	**6 dans chaque direction à gauche**

8C : Rotation hanche coureur de haie

- Garder le dos droit, les abdos tendus et la tête haute - En se déplaçant vers l'avant sur le devant des pieds, lever le genou sur le côté, faire une rotation de la hanche, style coureur de haie, tout en ramenant le genou devant - Alterner

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**6 - 6**

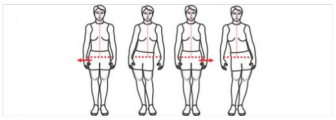
8D : Étirement fessier debout



- Garder le dos droit et les abdos tendus - Prendre le bas du genou et tirer la jambe vers votre poitrine - Garder la tête droite

Sem.	Séries	Durée	Note
1-12	**1er**	**00:30**	**À droite**
	2e	**00:30**	**À gauche**

9A : Flexibilité / Amplitude de mouvement hanche (Rotation des hanches)



- Debout, en gardant les jambes droites, et les épaules en place, déplacer les hanches d'un côté et de l'autre. Garder les abdos tendus et la tête haute.

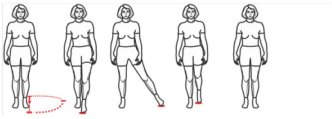
Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1er**	**12**	**12 reps dans un sens**
	2e	**12**	**12 reps dans l'autre sens**

9B : Mouvement jambe libre sur 1 pied

- Debout sur 1 pied, débutez par un balancement de jambe avant-arrière à partir de la hanche. Ensuite, balancez votre jambe sur le côté, puis devant le corps. Garder la tête droite au-dessus de votre pied d'appui.

Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1er**	**12**	**À droite**
	2e	**12**	**À gauche**

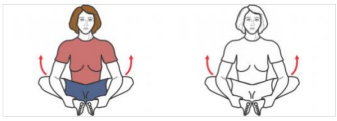
9C : Rond de jambe



- En vous maintenant en équilibre sur une jambe, toucher le sol avec la pointe de votre autre pied devant vous, par la suite, sur le côté puis vers l'arrière. Garder le dos droit, la tête droite et vos abdos tendus.

Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1er**	**12**	**À droite**
	2e	**12**	**À gauche**

9D : Étirement de la hanche et des adducteurs (assis sur une chaise)



- Assis au sol, les pieds devant vous, pousser sur l'intérieur des jambes avec vos avant-bras pour quelques secondes. Par la suite, pousser les jambes vers le haut tout en les retenant avec les bras pour quelques secondes.

Sem.	Séries	Durée
1-12	**1**	**00:30**

10A : Extension de genou assis / Flexibilité

- Garder le dos droit et les abdos tendus. Les mains placées sous le genou, tirer la jambe vers vous. Faire une extension du genou en gardant le genou tirer vers vous. Garder le pied pointé vers le haut.

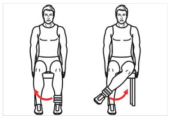
Sem.	Séries	Durée	Note
1-12	**1er**	**00:30**	**À droite**
	2e	**00:30**	**À gauche**

10B : Extension de genou et rotation de hanche

- Garder le dos droit et les abdos tendus. Faire des extensions du genou et finaliser en rotationnant la jambe de gauche à droite.

Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1er**	**6**	**À droite**
	2e	**6**	**À gauche**

10C : Force hanche rotation externe assis



- Assis sur une chaise avec un poids autour de la cheville. Tirez la jambe vers l'intérieur. Revenez et répétez. Garder le dos droit, la tête droite et les abdos tendus.

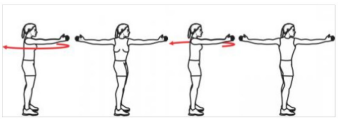
Sem.	Séries	Rep	Note
1-12	**1er**	**12**	**À droite**
	2e	**12**	**À gauche**

10D : Flexibilité dos fessiers

- Assis, dos droit, placer la cheville d'un pied sur le genou de la jambe opposée - Jambe au sol, genou à 90 degrés - Avance la poitrine vers l'avant en gardant le dos droit - Ne pas mettre de poids sur les mains

Sem.	Séries	Durée	Note
1-12	**1er**	**00:30**	**À droite**
	2e	**00:30**	**À gauche**

11A : Tape mains rotation du tronc



- Debout, les mains jointent devant à la hauteur des épaules, faire un demi-tour d'un côté et de l'autre tout en gardant les bras à la hauteur des épaules et une main devant. Garder la tête haute, le dos droit et les abdos tendus.

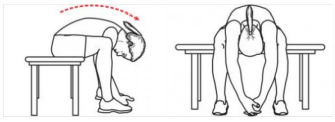
Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**12**

11B : Flexibilité / Étirement dos tronc

- Assis le dos droit et la tête haute, les bras devant, mains jointes - Garder un angle de 90 degrés aux coudes et aux épaules - Fléchir le haut du corps vers l'arrière et vers l'avant tout en gardant l'angle aux coudes et aux épaules - Garder les abdos tendus

Sem.	Séries	Durée
1-12	**1**	**00:30**

11C : Flexibilité / Étirement du dos



- Faire une flexion du tronc vers l'avant entre les genoux, bras et corps détendus.

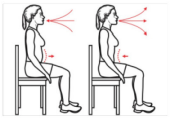
Sem.	Séries	Durée
1-12	**1**	**00:30**

11D : Rotation du tronc en fente latérale et flexion latérale

- Penchez votre tronc vers la jambe pliée afin que les deux mains touchent au sol devant le pied - Faites une rotation du tronc en levant la main vers le plafond sans décoller l'autre main du sol - La tête tourne vers la main élevée lorsqu'elle monte

Sem.	Séries	Durée	Note
1-12	**1er**	**00:30**	**À droite**
	2e	**00:30**	**À gauche**

12 : Séquence respiratoire debout avec bras qui montent et qui descendent au rythme de la respiration



- Pour que vous puissiez utiliser efficacement votre diaphragme pour respirer, vous devez vous assurer que votre ventre se dilate pendant que vous respirez. Respirez par le nez, par la bouche. Essayez d'élargir votre ventre autant que possible, avec aussi peu de mouvement de la poitrine que possible. Remplissez vos poumons à pleine capacité en inhalant et en expirant le vider complètement. Ne pas exagérer la respiration. Répétez 10 à 15 fois avant de dormir. Vous pouvez faire cette séance ou debout pendant la journée ainsi, il suffit de vous assurer que vous n'êtes pas voûté vers l'avant.

Sem.	Séries	Rep
1-12	**1**	**5**

ANNEXE B

Arbre décisionnel de mobilité pour les groupes d'AP WEBEX

TESTS	POSITION	CRITERES	SCORE
Cardio-musculaire			
Sit to stand test sur 30 sec	Avec aide ou support technique	< 10 reps	**1**
	Avec support sur les bras	≥ 10 reps	**3**
	Sans appui sur les bras	0 à 2 reps	**2**
	Sans appui sur les bras	3 à 9 reps	**4**
	Sans appui sur les bras	≥ 10 reps	**5**
Équilibre (sans aucune aide, doit être fait seul)			
Pieds joints	< 10 sec	Non = 0	**Oui = 1**
Semi-Tandem	< 10 sec	Non = score PJ	**Oui = 2**
Tandem	≥ 10 sec	Non = score ST	**Oui = 3**
Unipodal	Oui/Non	0	**Non = score T(3)**
		0 – 15 sec	**4**
		15 – 30 sec	**5**
		+ 30 sec	**6**
Niveau Activité physique			
Je pratique régulièrement (depuis plus de 6 mois) de l'activité physique ou sportive et atteint un total de 150 min/semaine Non Oui			**Non = 0**
Si oui, durant ma pratique je : ☐ suis capable de parler (intensité légère / facile; = 1) ☐ ai de la difficulté à parler (intensité modérée; =2) ☐ suis incapable de parler (intensité élevée= 3)			**1** **2** **3**
	TOTAL (X/14)		
	Groupe Niveau 1 (1-5)		☐
	Groupe Niveau 2 (6-10)		☐
	Groupe Niveau 3 (11-14)		☐

Peyrusqué, E., Kergoat, M. J., Bolduc, A., Buckinx, F., Law, C., Veillette, N., . . . Aubertin-Leheudre, M. (2021). Maintenance of Autonomy Through exerCise in Hospital Setting (Sun *et al.*): A Feasibility Study. *J Am Med Dir Assoc*. doi:10.1016/j.jamda.2020.12.043

ANNEXE C

Article de notre laboratoire évaluant la validité des données recueillies à distance

Brief Report

J Nutr Health Aging. 2022;26(1):52-56
Published online November 15, 2021, http://dx.doi.org/10.1007/s12603-021-1699-y
© Serdi and Springer-Verlag International SAS, part of Springer Nature

Assessing Physical Performance in Older Adults during Isolation or Lockdown Periods: Web-Based Video Conferencing as a Solution

E. Peyrusqué[1,2], J. Granet[1,2], B. Pageaux[2,3], F. Buckinx[1,2], M. Aubertin-Leheudre[1,2]
1. UQAM, Département des sciences de l'activité physique, Faculté des sciences, Montréal, Canada; 2. Centre de Recherche de l'institut universitaire de gériatrie de Montréal (CRIUGM), Montréal, Canada; 3. Université de Montréal, École de kinésiologie et des sciences de l'activité physique (EKSAP), Faculté de médecinee, Montréal, Canada
Corresponding Author: Mylène Aubertin-Leheudre, PhD, Département des sciences de l'activité physique, Université du Québec à Montréal, Pavillon des sciences biologiques,
141 avenue Président-Kennedy, SB-4615, Montréal, Québec, Canada H3C 3P8. Courriel: aubertin-leheudre.mylene@uqam.ca

Abstract

During the COVID-19 pandemic, face-to-face assessments were limited. Fortunately, older adults have access to web-technology (60%). Thus, we aimed to explore if assessing physical performance remotely is as reliable and valid as in person. At the end of the first lockdown, 15 older adults agreed to perform two similar evaluations in remote and face-to-face conditions. Functional capacities [5-repetitions Sit-to-Stand (STS); unipodal balance, 4-m walking speed (normal (NWS); fast (FWS)), 3-m Timed-Up and Go (normal (nTUG); fast (fTUG))] and muscle power and endurance were assessed. Fast walking speed was moderately reliable. Unipodal balance, NWS and nTUG were highly reliable (ICC>0.7). fTUG, STS, muscle endurance and power were extremely reliable (ICC>0.9). For absolute reliability, SEM varied from 15.54 to 5.14%. Finally, the MDC varied from 43.07 to 14.21%. Assessing functional capacities and muscle function remotely is as reliable and valid as a face-to-face assessment and should be considered as a clinical practice.

Key words: Aging, muscle function, evaluation, remote condition, validity.

Introduction

Normal aging leads to functional and physical declines, such as loss of muscle function (i.e. mass, strength; (1)) walking speed or balance (2). These age-related changes may impair activities of daily living (3) and increase the risk of falls, fractures (4, 5), and hospitalizations (6), which contribute to stressing the healthcare system (7). To identify these declines, it is important to perform geriatric assessments and therefore implement specific interventions in at-risk populations. These geriatric assessments are performed in "face-to-face" conditions using validated tools measuring function and physical capacities, such as the Short Physical Performance Battery (SPPB) test, senior fitness test etc. During the COVID-19 pandemic, these face-to-face assessments were very limited or even impossible due to safety restrictions (i.e. social and physical distancing), particularly for at-risk populations like older adults. Therefore, there is a crucial need to validate assessments performed in remote conditions to identify at-risk older adults, especially as the COVID-19 lockdown exacerbated physical deconditioning (8). Fortunately, previous studies showed that it is feasible and acceptable to provide rehabilitation care using synchronous and asynchronous Web-based technologies in pre-disabled (9) and frail older adults (10). In addition, the majority of older adults have digital devices (e.g. computer, tablet or smartphone) and use the Internet daily (11). Therefore, remote assessments using Web-based technologies appear to be a promising avenue to explore. To our knowledge, no studies have investigated the validity, feasibility and safety of remote physical performance assessments in older adults. However, it is important to compare face-to-face and remote conditions before implementing remote assessments as a clinical tool. Thus, we aimed to explore if physical performance evaluated in remote conditions is as reliable, sensitive and valid as in faceto-face conditions.

Methods

Study design

The COVID-19 lockdown and safety restrictions were lifted, which allowed us to carry out an exploratory tool validation study.

Population

Recruited through a volunteer databank, fifteen older adults agreed to undergo two similar evaluations within one week, under face-to-face and remote conditions, using validated tests (Figure 1). To be included in the study, participants needed to (a) have an e-mail address, an internet connection, and a digital device with a webcam at home, (b) be aged 60 and over, (c) live independently in the community, (d) be able to perform a physical performance test, (e) be able to consent (no cognitive impairments based on the Telephonic-Mini Mental State Examination (T-MMSE; (12)) The ethics committee approved this study (CERVN 20-21-05) and all participants signed a consent form prior to the study.

Table 1. Reliability and validity of virtual physical performance evaluations

	ICC (IC 95%)	SEM	SEM (%)	MDC	(%)
Unipodal-balance (s)	0.79 (0.36-0.93)	7.80	15.5	21.6	43.1
Normal walking speed (m/s)	0.77 (0.32-0.92)	0.11	9.32	0.30	25.8
Fast walking speed (m/s)	0.62 (-0.14-0.87)	0.22	12.9	0.61	35.9
Normal 3m-TUG (s)	0.83 (0.50-0.94)	0.56	7.61	1.55	21.1
Fast 3m-TUG (s)	0.93 (0.78-0.98)	0.32	5.14	0,89	14.2
repetitions STS (s)	0.96 (0.89-0.99)	0.51	6.50	1.41	18.0
Muscle power (w)	0.99 (0.98-1.00)	2.91	5.66	8,07	15.7
Muscle endurance (n)	0.97 (0.92-0.99)	1.76	8.45	4.88	23.4

Legends: TUG: timed Up and Go; STS: sit-to-stand; ICC = Intraclass Correlation Coefficient; SEM (Standard Error of the Measurement) = SD* √1-ICC; MDC (Minimal Detectable Change) = SEM*1.96* √2; Muscle power was estimated using the validated Takaï equation18 and 10 rep STS tests; * Muscle endurance was estimated using the 30s STS.

Measures

Functional capacities

- Unipodal balance (13): Participants stood on one leg for as long as possible (max: 60 sec.) with arms along the side of the body.
- Walking speed (14): The 4-meter walking test was performed at normal and fast speeds and expressed as speed (m/s).
- Gait parameters (15): The 3-meter Timed-Up and Go (TUG), which consisted in standing from a chair, walking a 3-meter distance, turning around and then sitting down again. The TUG was performed at normal and fast speeds. This measure is related to the risk of falls (16).
- Sit-to-stand (STS) test (17): This test evaluates lowerbody function. Subjects were asked to stand up from a standard height (45 cm) chair and to sit down five times (5 repetitions) as fast as possible, with arms crossed on their chest.

Muscle function

- Muscle power (18): Using the 10 repetitions of the STS, the validated Takaï equation (see ref.(18) for more details) was used to estimate muscle power.
- Muscle endurance (19): The 30-sec. chair-stand test was used to evaluate lower body muscular endurance. This test measures the maximum number of chair-stand repetitions performed in 30 seconds with arms crossed on the chest.

Evaluation protocols

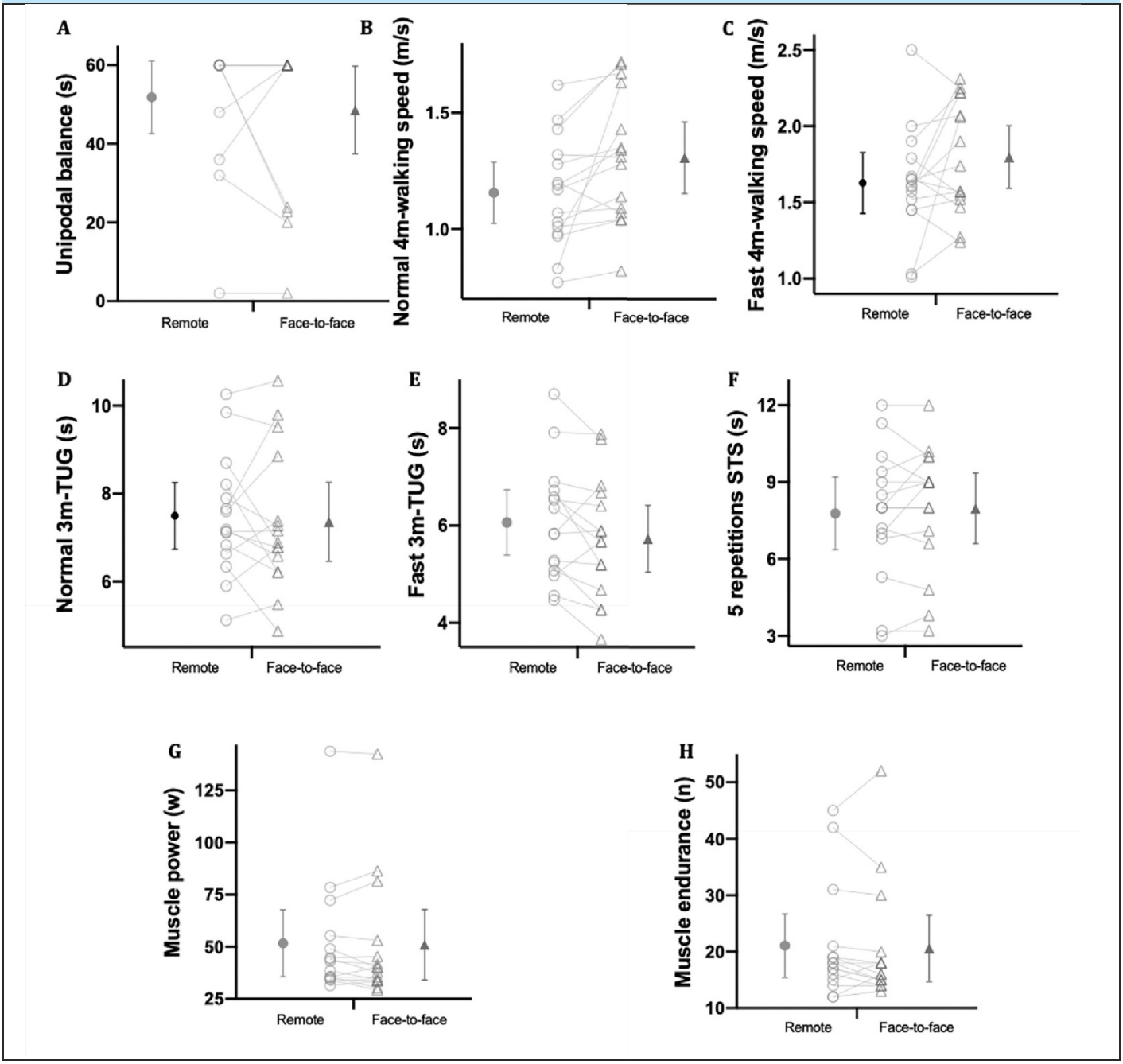
Remote assessments were performed via Zoom®. To avoid measurement bias, evaluators were trained on all tests by the same research coordinator and specific technical webcam instructions were established. More specifically for the chair test, the webcam was positioned on the side to

fully capture the subject in sitting and standing position. Regarding safety, the chair was placed against a wall to ensure that it could not move backward during the test. During the 4-m walking test, the webcam was placed in front or behind the participant to capture the starting and the ending points, but also the position of their feet. Regarding safety, participants were asked to remove any objects that could obstruct the passage or prevent them from stopping correctly and safely after the stop line. Finally, for the balance test, the webcam was placed in front or on the side of the participant to observe their feet and hands during the test. In addition, the set-up (chair position, distance measurement etc.) was arranged by the participant during the Zoom meeting with the help and validation of the evaluator. The face-to-face assessments were performed outside (health restrictions) by the same evaluator within a week of the remote assessment to avoid lifestyle bias.

Statistical analyses

Quantitative data were expressed as means ± SD. A BlandAltman plot is a graphical method used to plot the difference scores of two measurements against the mean for each subject. A small range between the Limit Of Agreement (Beltrán-Carrillo *et al.*) indicates a good level of agreement (20). Thereafter, we used intraclass correlation coefficient (ICC) analysis to examine the relative reliability of remote versus face-to-face measurements. The closer the coefficient is to 1, the higher is the reliability. An ICC over 0.90 is considered as excellent, between 0.9 and 0.75 as good, between 0.75 and 0.50 as moderate and less than 0.50 as poor (21).
The Standard Error of the Measurement (Morton *et al.*) was used to measure the precision of measurement and the absolute reliability, and was calculated as follows: SEM = SD*$\sqrt{1-ICC}$ (22). A small absolute SEM indicates a good absolute reliability of the measure. The SEM was expressed in absolute values and as a percentage of the mean scores (%SEM). More specifically, a relative SEM (%) with a value < 10% is considered acceptable (22,23). Fnally, we estimated the Minimal Detectable Change using the absolute SEM (MDC = SEM*1.96$\sqrt{2}$; (22)). The MDC indicates the minimal amount of change that can be interpreted as a real change. A small MDC means a more sensitive measurement (22, 24).
Data were analyzed using SPSS Statistics® (Windows, v25.0; $p \leq 0.05$: significant).

Figure 1. Individual data in face-to-face and remote condition on functional capacities and muscle function



Individual data (n=15) for remote condition are presented as empty circle (○) and mean (±95% CI) as black circle (●) and for face-to-face condition as empty triangle (Δ) and mean (±95%CI) as black triangle (▲). (A) unipodal balance (s) individual data in face-to-face group (Mean: 48.6 ± 20.2; Min-Max: 2.00 – 60.00) and in remote group (Mean: 51.9 ± 16.6; Min-Max: 2.00 – 60.00); (B) normal 4m-walking speed (m/s) individual data in face-to-face group (Mean: 1.31 ± 0.28; Min-Max: 0.82 – 1.72) and in remote group (Mean: 1.16 ± 0.24; Min-Max: 0.77 – 1.62); (C) fast 4m-walking speed (m/s) individual data in face-to-face group (Mean: 1.80 ± 0.37; Min-Max: 1.24 – 2.31) and in remote group (Mean: 1.63 ± 0.36; Min-Max: 1.01 – 2.50); (D) normal 3m-Timed Up and Go (s; TUG) individual data in face-to-face group (Mean: 7.36 ± 1.63; Min-Max: 4.87 – 10.57) and in remote group (Mean: 7.49 ± 1.37; Min-Max: 5.11 – 10.26); (E) fast 3m-Timed Up and Go (s; TUG) individual data in face-to-face group (Mean: 5.73 ± 1.24; Min-Max: 3.66 – 7.88) and in remote group (Mean: 6.73 ± 1.21; Min-Max: 4.47 – 8.70); (F) 5-repetitions sit-to-stand (s; STS) individual data in face-to-face group (Mean: 7.97 ± 2.49; Min-Max: 3.15 – 12.00) and in remote group (Mean: 7.78 ± 2.56; Min-Max: 2.98 – 12.00); (G) muscle power (W; estimated using the Takaï equation (17)) individual data in face-to-face group (Mean: 51.0 ± 30.6; Min-Max: 29.4 – 142.5) and in remote group (Mean: 51.7 ± 29.1; Min-Max: 31.4 – 143.8); (H) muscle endurance (s; 30sec STS test (18)) individual data in face-to-face group (Mean: 20.6 ± 10.6; Min-Max: 13.0 – 52.0) and in remote group (Mean: 21.1 ± 10.2; Min-Max: 12.0 – 45.0)

Results

A total of 15 subjects (women:n=9) with a mean age of 69.3±3.6 years were included. Furthermore, 86.7% (n=13) of participants lived in non-collective housing (house, apartment), and 60% (n=9) of them lived alone. Finally, 66.7% (n=10) of participants had a university degree.

First, we performed the Bland Altman plot to evaluate the differences between the two measurement conditions (remote vs. face-to-face) on unipodal balance, walking speed, TUG, 5-repetitions of STS, muscle power and endurance. All the values were within the limit of agreement for muscle power (mean difference: -0.67±5.13; 95% LOA: -10.72 to 9.38 watts) and 5-repetitions of STS (mean difference: 0.19±0.94; 95% LOA: -1.65 to 2.03 s) indicating that these two tests have an excellent agreement between remote and face-to face conditions. However, some measures were outside the LOA for muscle endurance (95% LOA: -6.96 to 6.02s): normal (95% LOA: -0.30 to 0.60m/s) and fast (95% LOA: -0.57 to 0.91m/s) walking speed; and normal (95% LOA :-2.37 to 2.09s) and fast (95% LOA: -1.60 to 0.94s) TUG. Two measures were outside the LOA for unipodal balance (95% LOA: -33.81 to 27.23s).

Relative reliability of remote compared to face-to-face measurements was considered moderate for fast walking speed (ICC=0.62 (95%: -0.14-0.87)), while unipodal balance (ICC=0.79 (95%: 0.36-0.93)), normal walking speed (ICC=0.77 (95%: 0.32-0.92)) and normal TUG (ICC=0,83 (95%: 0.500.94)) were considered highly reliable (ICC>0.75). Fast TUG (ICC=0.93 (95%: 0.78-0.98)), 5-repetitions of STS (ICC=0.96 (95%: 0.89-0.99)), muscle endurance (ICC=0.97 (95%: 0.920.99)) and power (ICC=0.99 (95%: 0.98-0.99)) were extremely reliable (ICC>0.9; Table 1).

SEM% varied from 15.54% (unipodal balance) to 5.14% (fast TUG). Only unipodal balance (SEM=15.54) and fast walking speed (SEM=12.94) were not acceptable (SEM>10%; (23)).

MDC varied from 43.07% (unipodal balance) to 14.21% (fast TUG; Table 1). Fast TUG, 5-repetitions of STS and muscle power were the most sensitive measures to detect minimal change.

Discussion

Even if remote interventions or remote subjective evaluations are already validated and often used, the validity and reliability of remote objective measurements in older adults remains unknown. It is well known that one-third of adults age 65 and older fall each year, which leads to loss of autonomy and quality of life (25). Unipodal balance and normal 3-m TUG are validated tests that are usually used to predict the risk of falls (16). Our results show that both tests have high (ICC>0.75) reliability in remote evaluations as well as a low inter-individual variability, even though only the 3-m TUG was acceptable (SEM<10%). These results suggest that Web-based videoconferencing should be used to predict the risk of falls via a remote TUG assessment.

Loss of muscle function – also called sarcopenia – occurs in 30% of older adults and is associated with disability and mortality (26). Muscle power and muscle endurance are two predictors of sarcopenia and its consequences. Our results show that the 30-sec. chair-stand test and 10-repetitions of the STS assessed remotely were of extreme (ICC>0.9) and acceptable (SEM<10%) reliability with low variability, suggesting that Web-based videoconferences can be considered a valid assessment procedure.

Normal aging is also associated with loss of functional capacities, which is related to loss of mobility, physical autonomy or mortality (27). The most well-known clinical tool to assess functional capacities in older adults is the SPPB (28). Our results show that normal walking speed and 5-repetitions of STS, which are part of the SPPB, have high or extreme relative reliability and

acceptable absolute reliability as well as low variability, suggesting that Web-based videoconferences are also a valid assessment procedure for both these tests.

Overall, these results are clinically important as assessing physical performance remotely using valid, reliable methods will allow healthcare professionals to follow-up or intervene with older adults in lockdown periods such as during the COVID-19 pandemic. In addition, most older adults live far from geriatric clinics and some have some physical limitations which reduce access to health follow-ups. Indeed, transportation, lack of caregivers or the weather (i.e., icy roads; heat waves, etc.) are another main barrier to in-person healthcare follow-ups. Thus, remote assessments are a good alternative to counteract these barriers even if Web-based video conference technology can sometimes be challenging. Before COVID-19, the majority of older adults already owned a tablet or computer and used the Internet daily (11). Fortunately, this number increased during the COVID-19 lockdown. Moreover, performing these tests remotely can attenuate some human (lack of transportation, fatigue, stress, waiting period) and health (flu/gastroenteritis periods) barriers but also human error (e.g., transcription errors due to the recording method).

This study has some limitations that need to be addressed. First, the sample size was small, which does not allow generalization of our results Thus, further studies with a higher number of participants or other populations (i.e. Alzheimer's disease, Parkinson's disease, frail etc.) are needed. The quality of the Internet connection could lead to lags, which may limit the precision of remote assessment. For example, a difference of 1.5 seconds during the 3-m TUG is considerate as a clinically significant improvement or deterioration in older adults (29). Another limitation is that due to COVID-19 health restrictions, in-person assessments were performed outside instead of in laboratory settings. Limitations in space available at home to perform assessments safely may restrict the implementation of this practice. Finally, a participant's ability to use Webbased video conferencing technology may also be a potential limitation to the implementation of this type of follow-up. More specifically, even if standardized instructions are given, it may be complicated for participants to replicate the setup precisely.

In conclusion, assessing physical performance remotely in older adults seems feasible, reliable and valid compared to faceto-face assessments and should be considered as a potential new clinical practice even if future studies are needed.

Conflict of interests: The authors declared to have no conflict of interest. The authors would like to thank all the participants and the research assistants. MAL is supported by FRQS chercheur boursier senior. FB is supported by FRQS postdocotoral scholarship.

References

1. Keller K, Engelhardt M. Strength and muscle mass loss with aging process. Age and strength loss. Muscles Ligaments Tendons J 2014;3:346–350.
2. Janssen I, Heymsfield SB, Ross R. Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. J Am Geriatr Soc 2002;50:889–896.
3. Malmstrom TK, Miller DK, Simonsick EM, Ferrucci L, Morley JE (2016) SARC-F: a symptom score to predict persons with sarcopenia at risk for poor functional outcomes. J Cachexia Sarcopenia Muscle 7:28–36.
4. Bischoff-Ferrari HA, Orav JE, Kanis JA, Rizzoli R, Schlögl M, Staehelin HB, Willett WC, Dawson-Hughes B. Comparative performance of current definitions of sarcopenia against the prospective incidence of falls among community-dwelling seniors age 65 and older. Osteoporos Int 2015;26:2793–2802.
5. Schaap LA, van Schoor NM, Lips P, Visser M. Associations of Sarcopenia Definitions, and Their Components, With the Incidence of Recurrent Falling and Fractures: The Longitudinal Aging Study Amsterdam. J Gerontol A Biol Sci Med Sci 2018;73:1199– 1204.
6. Zhang X, Zhang W, Wang C, Tao W, Dou Q, Yang Y Sarcopenia as a predictor of hospitalization among older people: a systematic review and meta-analysis. BMC Geriatrics 2018;18:188.
7. Chambonniere C, Lambert C, Tardieu M, Fillon A, Genin P, Larras B, Melsens P, Baker JS, Pereira B, Tremblay A, Thivel D, Duclos M. Physical Activity and Sedentary Behavior of Elderly Populations during Confinement: Results from the FRENCH COVID-19 ONAPS Survey. Exp Aging Res: 2021;1–13.
8. Aubertin-Leheudre M, Rolland Y . The Importance of Physical Activity to Care for Frail Older Adults During the COVID-19 Pandemic. J Am Med Dir Assoc 2020;21:973–976.
9. Martel D, Lauzé M, Agnoux A, Fruteau de Laclos L, Daoust R, Émond M, Sirois M-J, Aubertin-Leheudre M. 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. Exp Gerontol 2018;108:41–47.

10. Lauzé M, Martel DD, Aubertin-Leheudre M. Feasibility and Effects of a Physical Activity Program Using Gerontechnology in Assisted Living Communities for Older Adults. J Am Med Dir Assoc 2017;18:1069–1075.
11. Government of Canada SC. Evolving Internet Use Among Canadian Seniors. Available at: https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/11f0019m/11f0019m2019015-eng.htm. Accessed June 14, 2021.
12. Roccaforte WH, Burke WJ, Bayer BL, Wengel SP. Validation of a telephone version of the mini-mental state examination. J Am Geriatr Soc 1992;40:697–702.
13. Springer BA, Marin R, Cyhan T, Roberts H, Gill NW. Normative values for the unipedal stance test with eyes open and closed. J Geriatr Phys Ther 2007;30:8–15.
14. Peters DM, Fritz SL, Krotish DE. Assessing the reliability and validity of a shorter walk test compared with the 10-Meter Walk Test for measurements of gait speed in healthy, older adults. J Geriatr Phys Ther 2013;36:24–30.
15. Podsiadlo D, Richardson S. The timed 'Up & Go': a test of basic functional mobility for frail elderly persons. J Am Geriatr Soc 1991;39:142–148.
16. Shumway-Cook A, Brauer S, Woollacott M. Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the Timed Up & Go Test. Phys Ther 2000;80:896–903.
17. Guralnik JM, Simonsick EM, Ferrucci L, Glynn RJ, Berkman LF, Blazer DG, Scherr PA, Wallace RB. A short physical performance battery assessing lower extremity function: association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. J Gerontol 1994;49:M85-94.
18. Takai Y, Ohta M, Akagi R, Kanehisa H, Kawakami Y, Fukunaga T. Sit-to-stand test to evaluate knee extensor muscle size and strength in the elderly: a novel approach. J Physiol Anthropol 2009;28:123–128.
19. Jones CJ, Rikli RE, Beam WC. A 30-s chair-stand test as a measure of lower body strength in community-residing older adults. Res Q Exerc Sport 1999;70:113–119.
20. Giavarina D. Understanding Bland Altman analysis. Biochem Med (Zagreb) 2015;25:141–151.
21. Koo TK, Li MY. A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. J Chiropr Med 2016; 2005;15:155–163.
22. Weir JP. Quantifying test-retest reliability using the intraclass correlation coefficient and the SEM. J Strength Cond Res 19:231–240.
23. Cejudo A, Sainz de Baranda P, Ayala F, Santonja F. Test-retest reliability of seven common clinical tests for assessing lower extremity muscle flexibility in futsal and handball players. Phys Ther Sport 2015;16:107–113.
24. Haley SM, Fragala-Pinkham MA. Interpreting change scores of tests and measures used in physical therapy. Phys Ther 2006;86:735–743.
25. Phelan EA, Ritchey K. Fall Prevention in Community-Dwelling Older Adults. Ann Intern Med 2018;169:ITC81–ITC96.
26. Cruz-Jentoft AJ, Landi F, Schneider SM, Zúñiga C, Arai H, Boirie Y, Chen L-K, Fielding RA, Martin FC, Michel J-P, Sieber C, Stout JR, Studenski SA, Vellas B, Woo J, Zamboni M, Cederholm T. Prevalence of and interventions for sarcopenia in ageing adults: a systematic review. Report of the International Sarcopenia Initiative (EWGSOP and IWGS). Age Ageing 2014;43:748–759.
27. Topinková E. Aging, disability and frailty. Ann Nutr Metab 52 Suppl 2008;1:6–11.
28. Guralnik JM, Simonsick EM, Ferrucci L, Glynn RJ, Berkman LF, Blazer DG, Scherr PA, Wallace RB. A short physical performance battery assessing lower extremity function: association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. J Gerontol 1994;49:M85-94.
29. Mesquita R, Wilke S, Smid DE, Janssen DJ, Franssen FM, Probst VS, Wouters EF, Muris JW, Pitta F, Spruit MA. Measurement properties of the Timed Up & Go test in patients with COPD. Chron Respir Dis 2016;13:344–352.

How to cite this article: E. Peyrusqué, J. Granet, B. Pageaux, et al. Assessing Physical Performance in Older Adults during Isolation or Lockdown Periods: Web-Based Video Conferencing as a Solution. J Nutr Health Aging. 2022;26(1):52-56, http://dx.doi. org/10.1007/s12603-021-1699-y

APPENDICE A

Matériel supplémentaire de l'article 1

Supplemental Material 1: Exercise intervention fully detailed

First, each session was realized 3 times/week (60 min/session) during 12- consecutives weeks and divided in 3 phases:

- *Phase1*:10-min of **low intensity warm-up** using 8 exercises (1) headed circles (1 set; 12-repetitions/set), 2) walking in place (1 set; 40-repetitions/set), 3) walking around a chair (1 set; 6-repetitions in both side), 4) butt kicks (1 set; 12-repetitions/set), 5) high knees (1 set; 12-repetitions/set), 6) hand to opposite knee (1 set; 20-repetitions/set), 7) hand clap with trunk rotation (1 set; 12-repetitions/set) and 8) squat to overhead (1 set; 12-repetitions/set)).

- *Phase 2* (**core of the session**): this phase practice balance and coordination, muscle function and cardiovascular capacity or flexibility exercises with an emphasis during each session in one of these 3 components. Thus the phase 2 is divided in circuits of 3 to 5 min of effort followed by 30 to 60 s rest for a total of 45 min.

- *Phase 3:* 5min **cool down and stretching period** using 5 exercises (1) shoulder and trunk stretching (1 set; 20 seconds), 2) standing lateral flexion (1 set; 20 seconds), 3) calf stretching (1set; 20 seconds), 4) quadriceps stretching (1set; 20 seconds) and 5) respiratory moves with arms up and down (1set; 3repetitions)).

Regarding the Phase 2, it is important to note that the first session focussed mainly on balance and coordination exercises, whereas the second session on muscle function and cardiovascular capacity and the third session on flexibility.

Details of the first week session mainly dedicated to balance and coordination (19 exercises): 1) ankles extension with lateral rise of the arms (1 set; 12-repetitions), 2) alternate heels / ankle touches (1 set; 20-repetitions/set), 3) military walk (2 sets; 1-min/set), 4) high knees with side kick (1 set; 12-repetitions/set), 5) tandem balance with head rotations (2 sets; 1-min/set), 6) alternate side leg raises (2 sets; 1-min/set), 7) unipodal balance with arms rotation (2 sets; 1-min/set), 8) backward rotation of arms ((2 sets; 1-min/set), 9) reverse lunges with trunk rotation (2 sets; 1-min/set), 10) unipodal balance with foot pointing (2 sets; 1-min/set), 11) walking in place (2 sets; 1-min/set), 12) high knees with side kick (2 sets; 1-min/set; 1 set with stop + 1 set without stop), 13) military walk (2 sets; 1-min/set; 1 set with stop + 1 set without stop), 14) butt kick (2 sets; 1-min/set; 1 set with stop + 1 set without stop), 15) alternate side leg raises (2 sets; 1-min/set; 1 set with stop + 1 set without stop), 16) squats with foot flexion (2 set; 12-repetitions/set), 17) leg abduction with opposite arm abduction (2 sets; 1 set: 12-repetitions per side), 18) sit-up with load (2 sets; 12-repetitions/set) and 19) opposite side elbow flexion (2 sets; 12-repetitions/set).

Details of the second week session mainly dedicated to muscle function and cardiovascular capacity (20 exercises included): 1) jumping jack without jump (1 set; 20-repetitions/set), 2) alternated lunges with squat (1 set; 12repetitions/set), 3) high knee clap (1 set; 20-repetitions/set), 4) butt kicks (2 sets; 1-min/set), 5) reverse lunges and kicks (2 sets; 1 set: 30secs per leg), 5) v-steps (2 sets; 1-min/set), 6) scissors walk (2 sets; 1-min/set), 7) side walk (2 steps) with squat (2 sets; 1-min/set), 8) arm punch (2 sets; 1-min/set), 9) squats + table push up + burpees (2 sets; 1-min/set), 10) trunk rotation with clapping hand (2 sets; 1-min/set), 11) alternate slow trunk twist

(2 sets; 1-min/set), 12) alternate fast side leg opening (2 sets; 1-min/set), 13) squat (2 sets; 12-repetitions/set), 14) biceps curl with shoulder press (2 sets; 12-repetitions/set), 15) bent-over row (2 sets; 12-repetitions/set), 16) seated trunk rotation (2 sets; 12-repetitions/set), 17) push-up with hand on table (2 sets; 12-repetitions/set), 18) alternate forward lunges with weights on arms (2 sets; 12-repetitions/set), 19) chair burpees without jump (2 sets; 12-repetitions/set), 20) one foot chair dips (2 sets; 12-repetitions/set).

Details of the third week session mainly dedicated to flexibility (28 exercises included): 1) kick with punch (2 sets; 1-min/set), 2) alternate low twist 2 sets; 1-min/set), 3) lateral walk (2 sets; 1-min/set), 4) static lunge with trunk rotation (2 sets; 1-min/set), 5) high knee with arabesque (2 sets; 1-min/set), 6) unipodal balance with trunk rotation (2 sets; 1-min/set), 7) neck rotation (1 set; 12-repetitions/set), 8) neck flexion-extension (1 set; 12-repetitions/set), 9) neck side flexion (1 set; 12-repetitions/set), 10) upper trapezius stretching (1 set; 12-repetitions/set), 11) seated arm stretching (1 set; 12-repetitions/set), 12) seated arm elevation (1 set; 30-sec/set), 13) standing arm elevation (1 set; 30-sec/set), 14) standing arm circles (1 set; 30-sec/set), 15) standing rowing (1 set; 12-repetitions/set), 16) shoulder rotations (1 set; 24-repetitions/set), 17) standing reverse arms rotations (1 set; 12-repetitions/set), 18) shoulder mobility with towel (1 set; 12-repetitions/set), 19) standing arm twist with towel (1 set; 12-repetitions/set), 20) standing trunk extension with towel (1 set; 30-sec/set), 21) standing external shoulder rotation (1 set; 30-sec/set), 22) wrist flexibility (1 set; set: 12-repetitions per side), 23) wrist flexion/extension (2 sets; set: 15-sec), 24) wrist rotation (1 set; set: 12-repetitions per side), 25) ankle rotation 1 set; set: 12-repetitions per side), 26) hip rotation (1 set; 12-repetitions/set), 27) adductor stretch standing (1 set; 12-repetitions/set), 28) standing lateral flexion (1 set; 12-repetitions/set).

Supplemental Material 2: assessment of functional capacities detailed

- *Bipodal Balance* was assessed according to the Short Physical Performance Battery (SPPB) protocol (Rikli et Jones, 2013), by first asking participants to remain standing with their feet as close together as possible, then in a semi-tandem position, and finally in a tandem position. Each position had to be held for 10 s.

- *Walking speed*: The validated 4-m walking test (4MWT) is included in SPPB protocol (Rikli et Jones, 2013), and was performed at usual self-pace and fast speed. The time (s) needed to cover the entire distance was recorded by the kinesiologist. Based on this time, a walking speed was estimated (m/sec).

- 5 repetitions Sit-to-Stand was measured according to the SPPB protocol and give an index of leg strength (Rikli et Jones, 2013). Participants were asked to stand up from a standard height (45 cm) chair and to sit down 5 times as fast as possible, with arms across their chests (Yanagawa *et al.*, 2016). The time (s) to perform the task was recorded by the kinesiologist.

-***SPPB scores*:** the scores to the above 3 tests (balance, gait-speed and Sit-to-stand) are combine to evaluate lower extremity function and mobility in older people (Guralnik *et al.*, 1994). Adding the scores from all the three tests together yields an overall SPPB performance score from 0 to 12.

- *Unipodal Balance*: Participants were asked to stand on one leg for as long as possible with the arms along the side of the body (Springer *et al.*, 2007). The test was interrupted after 60 s (maximum time) or if the legs touched each other, the feet moved on the floor or the swing leg touched the floor. The test was repeated with the right and left leg (3 attempts for each leg), with the eyes opened. Best time for right and left leg were recorded and averaged.

Supplemental Material 3: assessment of physical performance detailed

- *Muscle Power*: Based on the functional 10 repetitions Sit-to-Stand test, a power index was also calculated using the Takaï equation, which has been shown to be reliable, accurate and valid in older adults [(see the equation below), (Takai *et al.*, 2009)].

Takai equation: $P = \frac{(L-A)\times BM\times g\times 10}{T}$

Where P ≡ Power (watts); L ≡ Leg length (the distance from the greater trochanter of the femur to the lateral malleolus) (m); A ≡ Height of the chair (m); BM ≡ Body mass; g ≡ Acceleration due to gravity (9.8 m·s-2); 10 ≡ number of repetitions; T ≡ Time to perform the test, respectively.

- *Muscle endurance*: we also performed the validated 30s Sit-to-Stand test. This test is recognized as a valid indicator of lower body muscular endurance in community-dwelling older adults (Jones *et al.*, 1999). It consisted of measuring the maximum number of repetitions of chair lifting in 30 seconds.

Supplemental Material 4: assessment of subjective health detailed

- ***Cognitive Health status*** was evaluated using the Telephonic Mini Mental State Examination (T-MMSE) (Roccaforte *et al.*, 1992). Of the 22 points in common with MMSE, the scores obtained an excellent correlation (r = 0.88), however, the scores on the telephone tend to be lower than the scores in a face-to-face interview (Newkirk *et al.*, 2004).

- *Physical Frailty status* was evaluated using the Study of Osteoporotic Fractures (SOF) questionnaire (Ensrud *et al.*, 2007). This questionnaire included 6 questions and the presence of 2 criteria classified the person as' "frail person", 1 criterion as "pre-frail" and 0 criterion as "not frail".

- *Mental health* such as *stress, anxiety-depression and loneliness* were evaluated with the Kessler Psychological Distress Scale (K10; (Kessler *et al.*, 2002)) and the UCLA-Loneliness Scale-3 (UCLA-3; (Russell, 1996)) questionnaires respectively. The K10 questionnaire includes 10 questions with a total score ranging from 10 to 50. A score < 20/50 is indicative of the absence of significant psychological distress, while a score ≥ 30/50 is indicative of severe psychological distress (Kessler *et al.*, 2002). The UCLA-3 scale includes 3 questions inquiring 3 dimensions of loneliness: relational connectedness, social connectedness and self-perceived isolation. Total score range from 3 to 9, classifying participants as “not lonely” (3-5/9) or “lonely” (6-9/10) (Steptoe *et al.*, 2013).

- *Mood* was evaluated through a generic question: "How strongly have you felt the following emotions during the past two weeks?" for 7 specific mood states : "joy", "calm", "enthusiasm", "boredom", "fear and anxiety", "frustration and anger" and "guilty". The participants answered to each mood state by choosing between 5 answers: "Not at all", "A little", "Moderately", to "A lot" and "Extremely". Answers to each question (scored from 1 to 5 for positive items and from 5 to 1 for negative items), are added to yield a global score ranging from 1 to 30. A higher score was associated to a better mood.

- *Quality of life* was measured using the EQ-5D questionnaire (Balestroni et Bertolotti, 2012). The EQ5D questionnaire was divided in 2 parts. The first part estimated 5 single-item dimensions: mobility, selfcare, usual activities, pain/discomfort, and anxiety/depression. Each dimension used a 5-points response scale to indicate the level of the problem. The second part included a vertical graduated visual analog scale (horizontal thermometer with the instructions that 0 = worst health state imaginable and 100 = best health state imaginable) to measure health status where participants had to write the most representative score of their condition.

-Physical activity level was estimated using the validated Rapid Assessment of Physical Activity (RAPA) questionnaire (Topolski *et al.*, 2006). The RAPA is 7-item questionnaire with a global score ranging between 0 to 7 and each question are scored and coded on a 5-point scale so that as the amount, frequency, and intensity of physical activity increased, the score increased (e.g., RAPA = "I almost never do any physical activities" = 1; "I do 30 minutes or more per day of moderate physical activity 5 or more days per week" = 5). To score, the question with an affirmative answer and with the highest score had to be chosen. The higher score indicates a physical activity with high intensity (Topolski *et al.*, 2006).

- Motivation towards physical activity was also estimated using the « Echelle de Motivation pour l'Activité physique à des fins de Santé » questionnaire [EMAPS; (Boiché *et al.*, 2019)]. This 18-item questionnaire contains six three-item subscales assessing intrinsic motivation, integrated regulation, identified regulation, introjected regulation, external regulation, and amotivation. Participants responded on a scale from 1 = "strongly disagree" to 7 = "strongly agree".

- Emotional eating habits were assessed using the validated Emotional Eating Scale [EES; (Arnow *et al.*, 1995)]. More specifically, the EES is a 25-item scale. Participants have to quote a 5-point likert scale ranging from "no desire to eat" to "an overwhelming urge to eat". Total scores range from 0 to 44 on EES anger and from 0 to 36 on EES anxiety. Participants were classified as having a high anger if the EES anger score was > 25.4, and as having high anxiety if the EES anxiety score was > 15.9 (Schneider *et al.*, 2012).

- Insomnia symptoms were evaluated using the Insomnia Severity Index [ISI; (Morin *et al.*, 2011)]. The ISI questionnaire includes 7 items using a 5-point Likert scale scoring from 0 to 4. The total score ranged from 0 to 28, with a score below 8 indicating no insomnia, a score between 8-14 indicating mild insomnia, a score between 15-21 indicating moderate insomnia, and a score above 21 indicating severe insomnia (Morin *et al.*, 2011).

Références

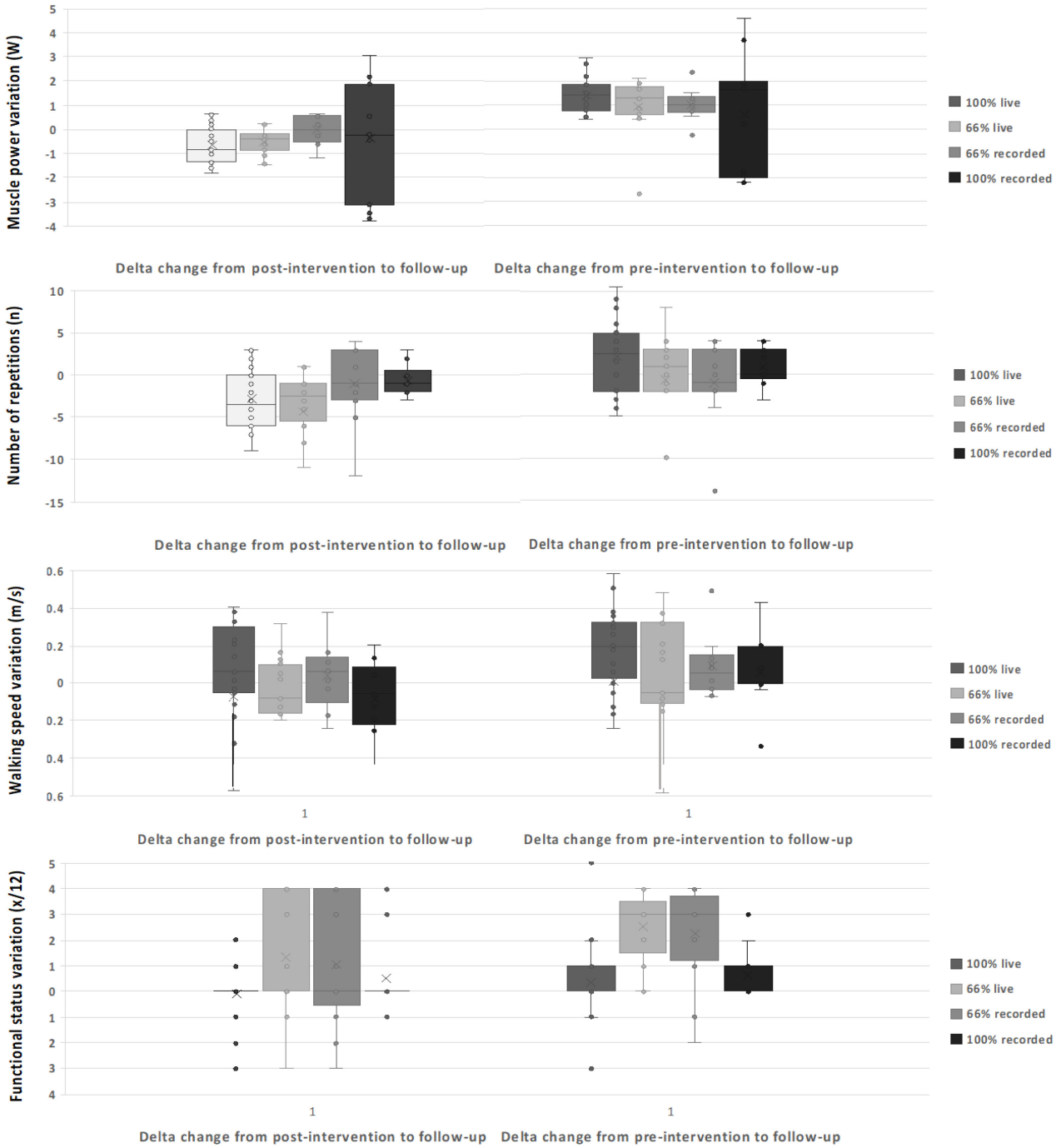
1. Rikli, R.E. and C.J. Jones, *Development and validation of criterion-referenced clinically relevant fitness standards for maintaining physical independence in later years.* Gerontologist, 2013. **53**(2): p. 255-67. doi: 10.1093/geront/gns071.
2. Yanagawa, N., et al., *Relationship between performances of 10-time-repeated sit-to-stand and maximal walking tests in non-disabled older women.* J Physiol Anthropol, 2016. **36**(1): p. 2.doi: 10.1186/s40101-016-0100-z.
3. Guralnik, J.M., et al., *A short physical performance battery assessing lower extremity function: association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission.* J Gerontol, 1994. **49**(2): p. M85-94. doi: 10.1093/geronj/49.2.m85.
4. Springer, B.A., et al., *Normative values for the unipedal stance test with eyes open and closed.* J Geriatr Phys Ther, 2007. **30**(1): p. 8-15. doi: 10.1519/00139143-200704000-00003.
5. Takai, Y., et al., *Sit-to-stand test to evaluate knee extensor muscle size and strength in the elderly: a novel approach.* J Physiol Anthropol, 2009. **28**(3): p. 123-8. doi: 10.2114/jpa2.28.123.
6. Jones, C.J., R.E. Rikli, and W.C. Beam, *A 30-s chair-stand test as a measure of lower body strength in community-residing older adults.* Res Q Exerc Sport, 1999. **70**(2): p. 113-9. doi: 10.1080/02701367.1999.10608028.
7. Roccaforte, W.H., et al., *Validation of a telephone version of the mini-mental state examination.* J Am Geriatr Soc, 1992. **40**(7): p. 697-702. doi: 10.1111/j.1532-5415.1992.tb01962.x.
8. Newkirk, L.A., et al., *Validation of a 26-point telephone version of the Mini-Mental State Examination.* J Geriatr Psychiatry Neurol, 2004. **17**(2): p. 81-7. doi: 10.1177/0891988704264534.
9. Ensrud, K.E., et al., *Frailty and risk of falls, fracture, and mortality in older women: the study of osteoporotic fractures.* J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 2007. **62**(7): p. 744-51. doi: 10.1093/gerona/62.7.744.
10. Kessler, R.C., et al., *Short screening scales to monitor population prevalences and trends in non-specific psychological distress.* Psychol Med, 2002. **32**(6): p. 959-76. doi: 10.1017/s0033291702006074.
11. Russell, D.W., *UCLA Loneliness Scale (Version 3): reliability, validity, and factor structure.* J Pers Assess, 1996. **66**(1): p. 20-40. doi: 10.1207/s15327752jpa6601_2.
12. Steptoe, A., et al., *Social isolation, loneliness, and all-cause mortality in older men and women.* Proceedings of the National Academy of Sciences, 2013. **110**(15): p. 5797. doi: 10.1073/pnas.1219686110.
13. Balestroni, G. and G. Bertolotti, *[EuroQol-5D (EQ-5D): an instrument for measuring quality of life].* Monaldi Arch Chest Dis, 2012. **78**(3): p. 155-9. doi: 10.4081/monaldi.2012.121.
14. Topolski, T.D., et al., *The Rapid Assessment of Physical Activity (RAPA) among older adults.* Preventing chronic disease, 2006. **3**(4): p. A118-A118.
15. Boiché, J., et al., *Development and validation of the 'Echelle de Motivation envers l'Activité physique en contexte de Santé' (EMAPS): A motivation scale toward health-oriented physical activity in French.* Journal of Health Psychology, 2019. **24**: p. 386-399. doi: 10.1177/1359105316676626.

16. Arnow, B., J. Kenardy, and W.S. Agras, *The Emotional Eating Scale: the development of a measure to assess coping with negative affect by eating.* Int J Eat Disord, 1995. **18**(1): p. 79-90. doi: 10.1002/1098-108x(199507)18:1<79::aid-eat2260180109>3.0.co;2-v.
17. Schneider, K.L., et al., *The emotional eating scale. Can a self-report measure predict observed emotional eating?* Appetite, 2012. **58**(2): p. 563-566. doi: 10.1016/j.appet.2012.01.012.
18. Morin, C.M., et al., *The Insomnia Severity Index: psychometric indicators to detect insomnia cases and evaluate treatment response.* Sleep, 2011. **34**(5): p. 601-608. doi: 10.1093/sleep/34.5.601.

APPENDICE B

Matériel supplémentaire de l'article 3

Figure 3: *Delta change for the physical measures from pre- and post-intervention to follow-up.*



Note. Lower and upper box boundaries 25th and 75th percentiles, respectively, line inside box median, lower and upper error lines 10th and 90th percentiles, respectively, filled circles data falling outside 10th and 90th percentiles ; 100% live : n= 23; 100% recorded: n=12; 66% live: n=14; 66% recorded: n=11

Table 4: *Baseline characteristics of the participants enrolled in the study who did the follow-up vs. those who doesn't.*

	Follow-up	No follow-up	p-values
Recall rate (n total (%) / % of completed sessions			
Inclusion **(n (%) / % of completed sessions)**			
100% live	23 (60%) / 93%	15 (40%) / 77%	**0.025** / 0.085
100% recorded	12 (27%) / 90%	33 (73%) / 81%	**<0.001** / 0.235
66% live	14 (63%) / 97%	8 (37%) / 96%	**0.011** / 0.942
66% recorded	11 (45%) / 85%	13 (55%) / 83%	0.523 / 0.812
SOCIO-DEMOGRAPHIC CHARACTERISTICS			
Age (years)			
100% live	70.5 ± 5.2	71.4 ± 5.9	0.911
100% recorded	69.0 ± 4.4	69.6 ± 5.13	0.221
66% live	74.7 ± 6.6	70.9 ± 7.6	0.091
66% recorded	79.8 ± 4.2	71.1 ± 3.3	**<0.001**
Sex (%; Women)			
100% live	83.3%	80.0%	0.942
100% recorded	90.9%	76.9%	0.086
66% live	78.6%	71.4%	0.223
66% recorded	72.7%	90.0%	0.092
BMI (kg/m^2)			
100% live	26.3 ± 4.2	26.0 ± 2.6	0.982
100% recorded	27.7 ± 5.1	27.4 ± 5.7	0.464
66% live	28.2 ± 5.6	27.4 ± 4.0	0.511
66% recorded	28.1 ± 6.0	30.4 ± 5.3	**0.045**
FUNCTIONAL STATUS			
SPPB score (x/12)			
100% live	11.3 ± 1.2	10.8 ± 1.6	0.120
100% recorded	10.8 ± 0.9	11.2 ± 1.2	0.950
66% live	8.9 ± 1.1	9.0 ± 1.4	0.311
66% recorded	8.6 ± 0.5	8.8 ± 0.4	0.294
Normal walking speed (m/s)			
100% live	0.86±0.21	1.03±0.31	0.344
100% recorded	0.95±0.17	0.94±0.20	0.847
66% live	0.96±0.25	0.85±0.09	0.301
66% recorded	0.87±0.20	0.92±0.26	0.615
Muscle Power (W)			
100% live	152±35.7	167±36.5	0.926
100% recorded	155±44.9	165±61.9	0.927
66% live	156±71.7	133±52.7	0.479
66% recorded	159±60.7	144±49.0	0.257
Muscle endurance (n)			
100% live	15.3±4.7	15.4±2.9	0.664

100% recorded	15.0±2.2	14.9±3.7	0.465
66% live	14.7±4.4	12.3±3.9	0.366
66% recorded	14.1±2.3	14.0±2.9	0.747
PHYSICAL BEHAVIORS			
PA motivation (x/100)			
100% live	68.0±12.9	55.6±10.9	**0.002**
100% recorded	63.9±16.8	55.9±10.0	**0.018**
66% live	61.9±12.9	55.6±10.9	0.095
66% recorded	55.7±15.2	52.8±15.7	0.554
PA energetic expenditure			
(Mets/week)	2062±369	2827±369	0.754
100% live	466±306	2209±306	**0.009**
100% recorded	2331±376	1642±376	0.686
66% live	1132±376	1985±376	0.457
66% recorded			
Sedentary behavior (Hours/day)			
100% live	7.0±1.9	7.0±1.4	0.989
100% recorded	8.3±3.4	6.8±3.3	**0.029**
66% live	6.9±2.5	6.2±1.2	0.679
66% recorded	8.1±3.4	7.6±3.4	0.609

Note. Data are presented as means (Mean ± SD; $P \leq 0.05$ = significant differences between groups using an independent T-test or Fisher test for the categorial values). BMI: Body Mass Index. SPPB = Short Physical Performance Battery;

APPENDICE C

Acceptation des co-auteurs pour l'inclusion des articles dans la thèse

ACCEPTATION DES COAUTEURS
POUR L'UTILISATION D'UN ARTICLE DANS UN MÉMOIRE OU UNE THÈSE
(Formulaire FSC-R3-5.7b)

Note : Seul l'auteur(e) principal(e) peut utiliser l'article mentionné ci-dessous pour son mémoire ou sa thèse. Aucune autre personne, incluant les autres copremiers auteurs le cas échéant, ne pourra utiliser l'article dans un mémoire ou une thèse, sauf cas exceptionnel défini dans le Règlement nº 8 de l'UQAM (Annexe 1, A1.1).

Nous entérinons que l'étudiante, l'étudiant GRANET Jordan est l'auteur(e) principal(e) de l'article intitulé :
Web-Based Physical Activity Interventions Are Feasible and Beneficial Solutions To Prevent Physical and Mental Health Declines in Community-Dwelling Older Adults During Isolation Periods

et qu'elle, il peut l'utiliser pour son mémoire ou sa thèse (encerclez le mot correspondant à la situation de l'étudiante, l'étudiant).

Coauteur(s)

	Nom, prénom	Signature	Date
1)	Pageaux, Benjamin	Digitally signed by Benjamin Pageaux	03 mai 2023
2)	Aubertin-Leheudre Mylen		17/03/2023
3)	Dang-Vu, Thien Thanh	Thanh Dang-Vu Signature numérique de Thanh Dang-Vu	17/03/2023
4)	Gouin, Jean-Philippe	JP Gouin Digitally signed by JP Gouin	17/03/2023
5)	Sirois, Mare-Josée	Marie-Josee Sirois Signature numérique de Marie-Josee Sirois	17/03/2023
6)	Buckinx, Fanny	Fanny BUCKINX Signature numérique de Fanny BUCKINX	17/03/2023
7)	Eva Peyrusqué	Peyrusqué Eva Signature numérique de Peyrusqué Eva	19/03/2023
8)	Ruiz, Fabien	Signé numériquement par Fabien Ruiz	27/03/2023

FSC-R3-5.7b

ACCEPTATION DES COAUTEURS
POUR L'UTILISATION D'UN ARTICLE DANS UN MÉMOIRE OU UNE THÈSE
(Formulaire FSC-R3-5.7b)

Note : Seul l'auteur(e) principal(e) peut utiliser l'article mentionné ci-dessous pour son mémoire ou sa thèse. Aucune autre personne, incluant les autres copremiers auteurs le cas échéant, ne pourra utiliser l'article dans un mémoire ou une thèse, sauf cas exceptionnel défini dans le Règlement nº 8 de l'UQAM (Annexe 1, A1.1).

Nous entérinons que l'étudiante, l'étudiant GRANET Jordan est l'auteur(e) principal(e) de l'article intitulé :
Online physical exercise intervention in older adults during lockdown: Can we improve the recipe?

et qu'elle, il peut l'utiliser pour son mémoire ou sa thèse (encerclez le mot correspondant à la situation de l'étudiante, l'étudiant).

Coauteur(s)

	Nom, prénom	Signature	Date
1)	Pageaux, Benjamin	Digitally signed by Benjamin Pageaux Date: 2023.05.03 09:13:32 -04'00'	03 mai 2023
2)	Aubertin-Leheudre Mylen		17/03/2023
3)	Dang-Vu, Thien Thanh	Thanh Dang-Vu Signature numérique de Thanh Dang-Vu Date : 2023.03.17 11:54:16 -04'00'	17/03/2023
4)	Gouin, Jean-Philippe	JP Gouin Digitally signed by JP Gouin Date: 2023.03.17 12:16:12 -04'00'	17/03/2023
5)	Sirois, Marie-Josée	Marie-Josee Sirois Signature numérique de Marie-Josee Sirois Date : 2023.03.17 12:43:09 -04'00'	17/03/2023
6)	Buckinx, Fanny	Fanny BUCKINX Signature numérique de Fanny BUCKINX Date : 2023.03.17 20:07:08 +01'00'	17/03/2023
7)	Eva Peyrusqué	Peyrusqué Eva Signature numérique de Peyrusqué Eva Date : 2023.03.19 10:56:36 -04'00'	19/03/2023
8)	Ruiz, Fabien	Signé numériquement par Fabien Ruiz Date : 2023.03.27 10:21:44 -04'00'	27/03/2023

FSC-R3-5.7b

ACCEPTATION DES COAUTEURS
POUR L'UTILISATION D'UN ARTICLE DANS UN MÉMOIRE OU UNE THÈSE
(Formulaire FSC-R3-5.7b)

Note : Seul l'auteur(e) principal(e) peut utiliser l'article mentionné ci-dessous pour son mémoire ou sa thèse. Aucune autre personne, incluant les autres copremiers auteurs le cas échéant, ne pourra utiliser l'article dans un mémoire ou une thèse, sauf cas exceptionnel défini dans le Règlement nº 8 de l'UQAM (Annexe 1, A1.1).

Nous entérinons que l'étudiante, l'étudiant GRANET Jordan est l'auteur(e) principal(e) de l'article intitulé :
Long-term benefits of remote physical activity intervention in older adults.

et qu'elle, il peut l'utiliser pour son mémoire ou sa thèse (encerclez le mot correspondant à la situation de l'étudiante, l'étudiant).

Coauteur(s)

	Nom, prénom	Signature	Date
1)	Pageaux, Benjamin	Digitally signed by Benjamin Pageaux	03 mai 2023
2)	Aubertin-Leheudre Mylen		17/03/2023
3)	Dang-Vu, Thien Thanh	Thanh Dang-Vu	17/03/2023
4)	Gouin, Jean-Philippe	JP Gouin	17/03/2023
5)	Sirois, Mare-Josée	Marie-Josee Sirois	17/03/2023
6)	Buckinx, Fanny	Fanny BUCKINX	17/03/2023
7)	Eva Peyrusqué	Peyrusqué Eva	19/03/2023
8)	Ruiz, Fabien		27/03/2023

FSC-R3-5.7b

APPENDICE D

Contribution de l'auteur principal et des co-auteurs pour chaque article

CONTRIBUTION DE L'AUTEUR(E) PRINCIPAL(E) ET DES COAUTEURS
(Formulaire FSC-R3-5.7c)

Note : Seul l'auteur(e) principal(e) peut utiliser l'article mentionné ci-dessous pour son mémoire ou sa thèse. Aucune autre personne, incluant les autres copremiers auteurs le cas échéant, ne pourra utiliser l'article dans un mémoire ou une thèse, sauf cas exceptionnel défini dans le Règlement no 8 de l'UQAM (Annexe 1, A1.1).

Description du rôle de chacun des auteurs en commençant par l'auteur(e) principal(e) : tâches et responsabilité spécifiques, nature de la contribution à l'article (rédaction, expérimentation, figures, recherche bibliographique, etc.)

Jordan GRANET a recrute les participants, effectue les mesures, supervise les kinesiologues, analyse les donnees et redige la premiere ebauche du manuscrit.

Mylène AUBERTIN-LEHEUDRE a conçu et dirige le projet ainsi que supervise toutes les etapes de cet article.

Eva PEYRUSQUE, Fabien RUIZ, Fanny BUCKINX et Lilia BEN-ABDELKADER ont effectue les mesures et revise le manuscrit.

Benjamin PAGEAUX, Thien Thanh DANG-VU, Jean-Philippe GOUIN et Marie-Josee SIROIS ont contribue a la conception et aux methodes de la recherche ainsi que revise le manuscrit.

Tous les auteurs ont accepte la version finale du manuscrit.

ATTESTATION DE L'AUTEUR(E) PRINCIPAL(E) ET DE SA DIRECTION DE RECHERCHE

L'auteur(e) principal(e) de l'article intitulé :
Web-Based Physical Activity Interventions Are Feasible and Beneficial Solutions to Prevent Physical and Mental Health Declines in Community-Dwelling Older Adults During Isolation Periods
soumis pour publication ☐, accepté pour publication ☐, ou publié ☑ dans : Journals of Gerontology: Medical Sc

est :

Auteur(e) principal(e)	GRANET Jordan (Nom)	Jordan GRANET (Signature)	17/03/2023 (Date)
Direction de recherche	Aubertin-Leheudre, M (Nom)	(Signature)	17/03/2023 (Date)

FSC-R3-5.7c

CONTRIBUTION DE L'AUTEUR(E) PRINCIPAL(E) ET DES COAUTEURS
(Formulaire FSC-R3-5.7c)

Note : Seul l'auteur(e) principal(e) peut utiliser l'article mentionné ci-dessous pour son mémoire ou sa thèse. Aucune autre personne, incluant les autres copremiers auteurs le cas échéant, ne pourra utiliser l'article dans un mémoire ou une thèse, sauf cas exceptionnel défini dans le Règlement no 8 de l'UQAM (Annexe 1, A1.1).

Description du rôle de chacun des auteurs en commençant par l'auteur(e) principal(e) : tâches et responsabilité spécifiques, nature de la contribution à l'article (rédaction, expérimentation, figures, recherche bibliographique, etc.)

Jordan GRANET à recruté les participants, effectué les mesures, supervisé les kinésiologues, analysé les données et rédigé la première ébauche du manuscrit.

Mylène AUBERTIN-LEHEUDRE à conçu et dirigé le projet ainsi que supervisé toutes les étapes de cet article.

Eva PEYRUSQUE, Fabien RUIZ, Fanny BUCKINX et Lilia BEN-ABDELKADER ont effectué les mesures et révisé le manuscrit.

Benjamin PAGEAUX, Thien Thanh DANG-VU, Jean-Philippe GOUIN et Marie-Josée SIROIS ont contribué à la conception et aux méthodes de la recherche ainsi que révisé le manuscrit.

Tous les auteurs ont accepté la version finale du manuscrit.

ATTESTATION DE L'AUTEUR(E) PRINCIPAL(E) ET DE SA DIRECTION DE RECHERCHE

L'auteur(e) principal(e) de l'article intitulé :
Online physical exercise intervention in older adults during lockdown: Can we improve the recipe?

soumis pour publication ☐ accepté pour publication ☐ ou publié ☑ dans : Aging Clinical and Experimental Res

est :

Auteur(e) principal(e)	GRANET Jordan (Nom)	Jordan GRANET (Signature)	17/03/2023 (Date)
Direction de recherche	Aubertin-Leheudre, M (Nom)	(Signature)	17/03/2023 (Date)

FSC-R3-5.7c

CONTRIBUTION DE L'AUTEUR(E) PRINCIPAL(E) ET DES COAUTEURS
(Formulaire FSC-R3-5.7c)

Note : Seul l'auteur(e) principal(e) peut utiliser l'article mentionné ci-dessous pour son mémoire ou sa thèse. Aucune autre personne, incluant les autres copremiers auteurs le cas échéant, ne pourra utiliser l'article dans un mémoire ou une thèse, sauf cas exceptionnel défini dans le Règlement no 8 de l'UQAM (Annexe 1, A1.1).

Description du rôle de chacun des auteurs en commençant par l'auteur(e) principal(e) : tâches et responsabilité spécifiques, nature de la contribution à l'article (rédaction, expérimentation, figures, recherche bibliographique, etc.)

Jordan GRANET à recruté les participants, effectué les mesures, supervisé les kinésiologues, analysé les données et rédigé la première ébauche du manuscrit.

Mylène AUBERTIN-LEHEUDRE à conçu et dirigé le projet ainsi que supervisé toutes les étapes de cet article.

Eva PEYRUSQUE, Fabien RUIZ, Fanny BUCKINX et Lilia BEN-ABDELKADER ont effectué les mesures et révisé le manuscrit.

Benjamin PAGEAUX, Thien Thanh DANG-VU, Jean-Philippe GOUIN et Marie-Josée SIROIS ont contribué à la conception et aux méthodes de la recherche ainsi que révisé le manuscrit.

Tous les auteurs ont accepté la version finale du manuscrit.

ATTESTATION DE L'AUTEUR(E) PRINCIPAL(E) ET DE SA DIRECTION DE RECHERCHE

L'auteur(e) principal(e) de l'article intitulé :
Long-term benefits of remote physical activity interventions in older adults.

soumis pour publication ☑ accepté pour publication ☐ ou publié ☐ dans : Journal of the American Geriatrics S

est :

Auteur(e) principal(e)	GRANET Jordan	Jordan GRANET	17/03/2023
	Nom	Signature	Date
Direction de recherche	Aubertin-Leheudre, M		17/03/2023
	Nom	Signature	Date

FSC-R3-5.7c

RÉFÉRENCES

Abellan van Kan, G., Rolland, Y., Andrieu, S., Bauer, J., Beauchet, O., Bonnefoy, M., Cesari, M., Donini, L. M., Gillette Guyonnet, S., Inzitari, M., Nourhashemi, F., Onder, G., Ritz, P., Salva, A., Visser, M. et Vellas, B. (2009, Dec). 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. *J Nutr Health Aging*, *13*(10), 881-889. https://doi.org/10.1007/s12603-009-0246-z

Ainsworth, B. E., Haskell, W. L., Herrmann, S. D., Meckes, N., Bassett, D. R., Jr., Tudor-Locke, C., Greer, J. L., Vezina, J., Whitt-Glover, M. C. et Leon, A. S. (2011, Aug). 2011 Compendium of Physical Activities: a second update of codes and MET values. *Med Sci Sports Exerc*, *43*(8), 1575-1581. https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31821ece12

Alcazar, J., Alegre, L. M., Van Roie, E., Magalhães, J. P., Nielsen, B. R., González-Gross, M., Júdice, P. B., Casajús, J. A., Delecluse, C., Sardinha, L. B., Suetta, C. et Ara, I. (2021, Aug). Relative sit-to-stand power: aging trajectories, functionally relevant cut-off points, and normative data in a large European cohort. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*, *12*(4), 921-932. https://doi.org/10.1002/jcsm.12737

Alcazar, J., Kamper, R. S., Aagaard, P., Haddock, B., Prescott, E., Ara, I. et Suetta, C. (2020, Oct 1). Relation between leg extension power and 30-s sit-to-stand muscle power in older adults: validation and translation to functional performance. *Sci Rep*, *10*(1), 16337. https://doi.org/10.1038/s41598-020-73395-4

Amagasa, S., Inoue, S., Murayama, H., Fujiwara, T., Kikuchi, H., Fukushima, N., Machida, M., Chastin, S., Owen, N. et Shobugawa, Y. (2020, Aug 17). Changes in rural older adults' sedentary and physically-active behaviors between a non-snowfall and a snowfall season: compositional analysis from the NEIGE study. *BMC Public Health*, *20*(1), 1248. https://doi.org/10.1186/s12889-020-09343-8

Ammar, A., Brach, M., Trabelsi, K., Chtourou, H., Boukhris, O., Masmoudi, L., Bouaziz, B., Bentlage, E., How, D., Ahmed, M., Müller, P., Müller, N., Aloui, A., Hammouda, O., Paineiras-Domingos, L. L., Braakman-Jansen, A., Wrede, C., Bastoni, S., Pernambuco, C. S., Mataruna, L., Taheri, M., Irandoust, K., Khacharem, A., Bragazzi, N. L., Chamari, K., Glenn, J. M., Bott, N. T., Gargouri, F., Chaari, L., Batatia, H., Ali, G. M., Abdelkarim, O., Jarraya, M., Abed, K. E., Souissi, N., Van Gemert-Pijnen, L., Riemann, B. L., Riemann, L., Moalla, W., Gómez-Raja, J., Epstein, M., Sanderman, R., Schulz, S. V., Jerg, A., Al-Horani, R., Mansi, T., Jmail, M., Barbosa, F., Ferreira-Santos, F., Šimunič, B., Pišot, R., Gaggioli, A., Bailey, S. J., Steinacker, J. M., Driss, T. et Hoekelmann, A. (2020, May 28). Effects of COVID-19 Home Confinement on Eating Behaviour and Physical Activity: Results of the ECLB-COVID19 International Online Survey. *Nutrients*, *12*(6). https://doi.org/10.3390/nu12061583

Aparasu, R. R., Mort, J. R. et Brandt, H. (2005, Sep). Polypharmacy trends in office visits by the elderly in the United States, 1990 and 2000. *Res Social Adm Pharm*, *1*(3), 446-459. https://doi.org/10.1016/j.sapharm.2005.06.004

Arazi, H. et Eghbali, E. (2018). Osteosarcopenia and physical activity. *Ann Sport Med Res*, *5*(1130), 3-6.

Arem, H., Moore, S. C., Patel, A., Hartge, P., Berrington de Gonzalez, A., Visvanathan, K., Campbell, P. T., Freedman, M., Weiderpass, E., Adami, H. O., Linet, M. S., Lee, I.-M. et

Matthews, C. E. (2015). Leisure Time Physical Activity and Mortality: A Detailed Pooled Analysis of the Dose-Response Relationship. *JAMA Internal Medicine*, *175*(6), 959-967. https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2015.0533

Arnow, B., Kenardy, J. et Agras, W. S. (1995, Jul). The Emotional Eating Scale: the development of a measure to assess coping with negative affect by eating. *Int J Eat Disord*, *18*(1), 79-90. https://doi.org/10.1002/1098-108x(199507)18:1<79::aid-eat2260180109>3.0.co;2-v

Aubertin-Leheudre, M. et Rolland, Y. (2020, Jul). The Importance of Physical Activity to Care for Frail Older Adults During the COVID-19 Pandemic. *J Am Med Dir Assoc*, *21*(7), 973-976. https://doi.org/10.1016/j.jamda.2020.04.022

Balachandran, A. T., Steele, J., Angielczyk, D., Belio, M., Schoenfeld, B. J., Quiles, N., Askin, N. et Abou-Setta, A. M. (2022, May 2). Comparison of Power Training vs Traditional Strength Training on Physical Function in Older Adults: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Netw Open*, *5*(5), e2211623. https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2022.11623

Baldock, K. L., Mathews, V., & Joyce, S. . (2014). The feasibility of implementing group exercise in residential aged care for non-frail, lower level care older adults in rural and remote areas: A pilot study. *Australasian journal on ageing*, *33(4), 241-244.*

Baldwin, K. M. et Haddad, F. (2001, Jan). Effects of different activity and inactivity paradigms on myosin heavy chain gene expression in striated muscle. *J Appl Physiol (1985)*, *90*(1), 345-357. https://doi.org/10.1152/jappl.2001.90.1.345

Balestroni, G. et Bertolotti, G. (2012, Sep). [EuroQol-5D (EQ-5D): an instrument for measuring quality of life]. *Monaldi Arch Chest Dis*, *78*(3), 155-159. https://doi.org/10.4081/monaldi.2012.121 (L'EuroQol-5D (EQ-5D): uno strumento per la misura della qualità della vita.)

Ballin, M., Hult, A., Björk, S., Lundberg, E., Nordström, P. et Nordström, A. (2020, May 12). Web-based exercise versus supervised exercise for decreasing visceral adipose tissue in older adults with central obesity: a randomized controlled trial. *BMC Geriatr*, *20*(1), 173. https://doi.org/10.1186/s12877-020-01577-w

Barbat-Artigas, S., Dupontgand, S., Pion, C. H., Feiter-Murphy, Y. et Aubertin-Leheudre, M. (2014, Sep). Identifying recreational physical activities associated with muscle quality in men and women aged 50 years and over. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*, *5*(3), 221-228. https://doi.org/10.1007/s13539-014-0143-0

Barbat-Artigas, S., Pinheiro Carvalho, L., Rolland, Y., Vellas, B. et Aubertin-Leheudre, M. (2016, Nov 1). Muscle Strength and Body Weight Mediate the Relationship Between Physical Activity and Usual Gait Speed. *J Am Med Dir Assoc*, *17*(11), 1031-1036. https://doi.org/10.1016/j.jamda.2016.06.026

Barbat-Artigas, S., Rolland, Y., Vellas, B. et Aubertin-Leheudre, M. (2013, Nov). Muscle quantity is not synonymous with muscle quality. *J Am Med Dir Assoc*, *14*(11), 852.e851-857. https://doi.org/10.1016/j.jamda.2013.06.003

Barbosa Neves, B., Franz, R., Judges, R., Beermann, C. et Baecker, R. (2019, Jan). Can Digital Technology Enhance Social Connectedness Among Older Adults? A Feasibility Study. *J Appl Gerontol*, *38*(1), 49-72. https://doi.org/10.1177/0733464817741369

Baughn, M., Grimes, A. et Kachadoorian, C. (2022). Changes to Physical Activity Levels in Adults Aged 50+ in the First Six Months of the COVID-19 Pandemic. *Gerontology and Geriatric Medicine*, *8*, 23337214221106848. https://doi.org/10.1177/23337214221106848

Bauman, A., Petersen, C., Blond, K., Rangul, V. et Hardy, L. (2018). *Sedentary behaviour epidemiology* : Springer.

Bauman, A., Reis, R. S., Sallis, J. F., Wells, J. C., Loos, R. J. et Martin, B. W. (2012, Jul 21). Correlates of physical activity: why are some people physically active and others not? *Lancet*, *380*(9838), 258-271. https://doi.org/10.1016/s0140-6736(12)60735-1

Baumgartner, R. N., Koehler, K. M., Gallagher, D., Romero, L., Heymsfield, S. B., Ross, R. R., Garry, P. J. et Lindeman, R. D. (1998, Apr 15). Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. *Am J Epidemiol*, *147*(8), 755-763. https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a009520

Bean, J. F., Leveille, S. G., Kiely, D. K., Bandinelli, S., Guralnik, J. M. et Ferrucci, L. (2003, Aug). A comparison of leg power and leg strength within the InCHIANTI study: which influences mobility more? *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, *58*(8), 728-733. https://doi.org/10.1093/gerona/58.8.m728

Beaudart, C., Rolland, Y., Cruz-Jentoft, A. J., Bauer, J. M., Sieber, C., Cooper, C., Al-Daghri, N., Araujo de Carvalho, I., Bautmans, I., Bernabei, R., Bruyère, O., Cesari, M., Cherubini, A., Dawson-Hughes, B., Kanis, J. A., Kaufman, J. M., Landi, F., Maggi, S., McCloskey, E., Petermans, J., Rodriguez Mañas, L., Reginster, J. Y., Roller-Wirnsberger, R., Schaap, L. A., Uebelhart, D., Rizzoli, R. et Fielding, R. A. (2019, Jul). Assessment of Muscle Function and Physical Performance in Daily Clinical Practice : A position paper endorsed by the European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis, Osteoarthritis and Musculoskeletal Diseases (ESCEO). *Calcif Tissue Int*, *105*(1), 1-14. https://doi.org/10.1007/s00223-019-00545-w

Bélanger, A., Martel, L., Berthelot, J. M. et Wilkins, R. (2002). Gender differences in disability-free life expectancy for selected risk factors and chronic conditions in Canada. *J Women Aging*, *14*(1-2), 61-83. https://doi.org/10.1300/J074v14n01_05

Bellan, M., Soddu, D., Balbo, P. E., Baricich, A., Zeppegno, P., Avanzi, G. C., Baldon, G., Bartolomei, G., Battaglia, M., Battistini, S., Binda, V., Borg, M., Cantaluppi, V., Castello, L. M., Clivati, E., Cisari, C., Costanzo, M., Croce, A., Cuneo, D., De Benedittis, C., De Vecchi, S., Feggi, A., Gai, M., Gambaro, E., Gattoni, E., Gramaglia, C., Grisafi, L., Guerriero, C., Hayden, E., Jona, A., Invernizzi, M., Lorenzini, L., Loreti, L., Martelli, M., Marzullo, P., Matino, E., Panero, A., Parachini, E., Patrucco, F., Patti, G., Pirovano, A., Prosperini, P., Quaglino, R., Rigamonti, C., Sainaghi, P. P., Vecchi, C., Zecca, E. et Pirisi, M. (2021, Jan 4). Respiratory and Psychophysical Sequelae Among Patients With COVID-19 Four Months After Hospital Discharge. *JAMA Netw Open*, *4*(1), e2036142. https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2020.36142

Beltrán-Carrillo, V. J., Megías, Á., González-Cutre, D. et Jiménez-Loaisa, A. (2022, Dec). Elements behind sedentary lifestyles and unhealthy eating habits in individuals with severe obesity. *Int J Qual Stud Health Well-being*, *17*(1), 2056967. https://doi.org/10.1080/17482631.2022.2056967

Benavent-Caballer, V., Rosado-Calatayud, P., Segura-Ortí, E., Amer-Cuenca, J. J. et Lisón, J. F. (2016, Sep). The effectiveness of a video-supported group-based Otago exercise programme on physical performance in community-dwelling older adults: a preliminary study. *Physiotherapy*, *102*(3), 280-286. https://doi.org/10.1016/j.physio.2015.08.002

Berg, K. O., Wood-Dauphinee, S. L., Williams, J. I. et Maki, B. (1992, Jul-Aug). Measuring balance in the elderly: validation of an instrument. *Can J Public Health*, *83 Suppl 2*, S7-11.

Bezerra, P., Rodrigues, L. P., Ayan, C. et Cancela, J. M. (2018, May-Jun). The influence of winter and summer seasons on physical fitness in aged population. *Arch Gerontol Geriatr*, *76*, 80-84. https://doi.org/10.1016/j.archger.2018.02.008

Bijnen, F. C., Feskens, E. J., Caspersen, C. J., Mosterd, W. L. et Kromhout, D. (1998, May). Age, period, and cohort effects on physical activity among elderly men during 10 years of follow-up: the Zutphen Elderly Study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, *53*(3), M235-241. https://doi.org/10.1093/gerona/53a.3.m235

Black, D. M., Palermo, L., Nevitt, M. C., Genant, H. K., Epstein, R., San Valentin, R. et Cummings, S. R. (1995, Jun). Comparison of methods for defining prevalent vertebral deformities: the Study of Osteoporotic Fractures. *J Bone Miner Res*, *10*(6), 890-902. https://doi.org/10.1002/jbmr.5650100610

Blüher, M. (2019, May). Obesity: global epidemiology and pathogenesis. *Nat Rev Endocrinol*, *15*(5), 288-298. https://doi.org/10.1038/s41574-019-0176-8

Boekhout, J. M., Peels, D. A., Berendsen, B. A., Bolman, C. A. et Lechner, L. (2017, Nov 23). An eHealth Intervention to Promote Physical Activity and Social Network of Single, Chronically Impaired Older Adults: Adaptation of an Existing Intervention Using Intervention Mapping. *JMIR Res Protoc*, *6*(11), e230. https://doi.org/10.2196/resprot.8093

Bohannon, R. W. (1995, Feb). Sit-to-stand test for measuring performance of lower extremity muscles. *Percept Mot Skills*, *80*(1), 163-166. https://doi.org/10.2466/pms.1995.80.1.163

Bohannon, R. W. (2007, Sep-Oct). Knee extension strength and body weight determine sit-to-stand independence after stroke. *Physiother Theory Pract*, *23*(5), 291-297. https://doi.org/10.1080/09593980701209428

Boiche, J., Gourlan, M., Trouilloud, D. et Sarrazin, P. (2019, Mar). Development and validation of the 'Echelle de Motivation envers l'Activite Physique en contexte de Sante': A motivation scale towards health-oriented physical activity in French. *J Health Psychol*, *24*(3), 386-396. https://doi.org/10.1177/1359105316676626

Boiché, J., Gourlan, M., Trouilloud, D. et Sarrazin, P. (2019, 03/01). Development and validation of the 'Echelle de Motivation envers l'Activité Physique en contexte de Santé' (EMAPS): A motivation scale toward health-oriented physical activity in French. *Journal of Health Psychology*, *24*, 386-399. https://doi.org/10.1177/1359105316676626

Bonny, V., Maillard, A., Mousseaux, C., Plaçais, L. et Richier, Q. (2020, 2020/06/01/). COVID-19 : physiopathologie d'une maladie à plusieurs visages. *La Revue de Médecine Interne*, *41*(6), 375-389. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.revmed.2020.05.003

Booth, F. W., Roberts, C. K., Thyfault, J. P., Ruegsegger, G. N. et Toedebusch, R. G. (2017, Oct 1). Role of Inactivity in Chronic Diseases: Evolutionary Insight and Pathophysiological Mechanisms. *Physiol Rev*, *97*(4), 1351-1402. https://doi.org/10.1152/physrev.00019.2016

Borde, R., Hortobágyi, T. et Granacher, U. (2015, Dec). Dose-Response Relationships of Resistance Training in Healthy Old Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med*, *45*(12), 1693-1720. https://doi.org/10.1007/s40279-015-0385-9

Borina, E., Pellegrino, M. A., D'Antona, G. et Bottinelli, R. (2010, Feb). Myosin and actin content of human skeletal muscle fibers following 35 days bed rest. *Scand J Med Sci Sports*, *20*(1), 65-73. https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.01029.x

Bosco, A., McGarrigle, L., Skelton, D. A., Laventure, R. M. E., Townley, B. et Todd, C. (2022, Jan-Dec). Make Movement Your Mission: Evaluation of an online digital health initiative to increase physical activity in older people during the COVID-19 pandemic. *Digit Health*, *8*, 20552076221084468. https://doi.org/10.1177/20552076221084468

Bosquet, L., Berryman, N., Dupuy, O., Mekary, S., Arvisais, D., Bherer, L. et Mujika, I. (2013, Jun). Effect of training cessation on muscular performance: a meta-analysis. *Scand J Med Sci Sports*, *23*(3), e140-149. https://doi.org/10.1111/sms.12047

Boukabous, I., Marcotte-Chenard, A., Amamou, T., Boulay, P., Brochu, M., Tessier, D., Dionne, I. et Riesco, E. (2019, Apr 29). Low-Volume High-Intensity Interval Training (HIIT) versus Moderate-Intensity Continuous Training on Body Composition, Cardiometabolic Profile and Physical Capacity in Older Women. *J Aging Phys Act*, 1-34. https://doi.org/10.1123/japa.2018-0309

Breen, L., Stokes, K. A., Churchward-Venne, T. A., Moore, D. R., Baker, S. K., Smith, K., Atherton, P. J. et Phillips, S. M. (2013). Two weeks of reduced activity decreases leg lean mass and induces "anabolic resistance" of myofibrillar protein synthesis in healthy elderly. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, *98*(6), 2604-2612.

Brittne, N. K. (2020, January 2020). 2020 Tech Trends of the 50+. *AARP Research*. https://doi.org/https://doi.org/10.26419/res.00329.001

Brooks, S. K., Webster, R. K., Smith, L. E., Woodland, L., Wessely, S., Greenberg, N. et Rubin, G. J. (2020). The psychological impact of quarantine and how to reduce it: rapid review of the evidence. *Lancet (London, England)*, *395*(10227), 912-920. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30460-8

Browne, R. A. V., Macêdo, G. A. D., Cabral, L. L. P., Oliveira, G. T. A., Vivas, A., Fontes, E. B., Elsangedy, H. M. et Costa, E. C. (2020, 2020/12/01/). Initial impact of the COVID-19 pandemic on physical activity and sedentary behavior in hypertensive older adults: An accelerometer-based analysis. *Experimental Gerontology*, *142*, 111121. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.exger.2020.111121

Buatois, S., Perret-Guillaume, C., Gueguen, R., Miget, P., Vançon, G., Perrin, P. et Benetos, A. (2010, Apr). A simple clinical scale to stratify risk of recurrent falls in community-dwelling adults aged 65 years and older. *Phys Ther*, *90*(4), 550-560. https://doi.org/10.2522/ptj.20090158

Buckinx, F., Aubertin-Leheudre, M., Daoust, R., Hegg, S., Martel, D., Martel-Thibault, M. et Sirois, M. J. (2021). Feasibility and Acceptability of Remote Physical Exercise Programs to Prevent Mobility Loss in Pre-Disabled Older Adults during Isolation Periods Such as the COVID-19 Pandemic. *J Nutr Health Aging*, *25*(9), 1106-1111. https://doi.org/10.1007/s12603-021-1688-1

Bull, F. C., Al-Ansari, S. S., Biddle, S., Borodulin, K., Buman, M. P., Cardon, G., Carty, C., Chaput, J. P., Chastin, S., Chou, R., Dempsey, P. C., DiPietro, L., Ekelund, U., Firth, J., Friedenreich, C. M., Garcia, L., Gichu, M., Jago, R., Katzmarzyk, P. T., Lambert, E., Leitzmann, M., Milton, K., Ortega, F. B., Ranasinghe, C., Stamatakis, E., Tiedemann, A., Troiano, R. P., van der Ploeg, H. P., Wari, V. et Willumsen, J. F. (2020, Dec). World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *Br J Sports Med*, *54*(24), 1451-1462. https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102955

Burton, N. W., Khan, A. et Brown, W. J. (2012, Dec). How, where and with whom? Physical activity context preferences of three adult groups at risk of inactivity. *Br J Sports Med*, *46*(16), 1125-1131. https://doi.org/10.1136/bjsports-2011-090554

Buurman, B. M., Hoogerduijn, J. G., de Haan, R. J., Abu-Hanna, A., Lagaay, A. M., Verhaar, H. J., Schuurmans, M. J., Levi, M. et de Rooij, S. E. (2011). Geriatric conditions in acutely hospitalized older patients: prevalence and one-year survival and functional decline. *PLOS ONE*, *6*(11), e26951. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0026951

Byrne, C., Faure, C., Keene, D. J. et Lamb, S. E. (2016). Ageing, muscle power and physical function: a systematic review and implications for pragmatic training interventions. *Sports Medicine*, *46*(9), 1311-1332.

Carriedo, A., Cecchini, J. A., Fernandez-Rio, J. et Méndez-Giménez, A. (2020). COVID-19, Psychological Well-being and Physical Activity Levels in Older Adults During the Nationwide Lockdown in Spain. *The American Journal of Geriatric Psychiatry*, *28*(11), 1146-1155. https://doi.org/10.1016/j.jagp.2020.08.007

Carriedo, A., Cecchini, J. A., Fernandez-Rio, J. et Méndez-Giménez, A. (2020, Nov). COVID-19, Psychological Well-being and Physical Activity Levels in Older Adults During the Nationwide Lockdown in Spain. *Am J Geriatr Psychiatry*, *28*(11), 1146-1155. https://doi.org/10.1016/j.jagp.2020.08.007

Carter, N. D., Khan, K. M., Mallinson, A., Janssen, P. A., Heinonen, A., Petit, M. A. et McKay, H. A. (2002, Nov-Dec). Knee extension strength is a significant determinant of static and dynamic balance as well as quality of life in older community-dwelling women with osteoporosis. *Gerontology*, *48*(6), 360-368. https://doi.org/10.1159/000065504

Caspersen, C. J., Powell, K. E. et Christenson, G. M. (1985, Mar-Apr). Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public health reports (Washington, D.C. : 1974)*, *100*(2), 126-131. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3920711

https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1424733/

Castaneda, C., Charnley, J. M., Evans, W. J. et Crim, M. C. (1995, Jul). Elderly women accommodate to a low-protein diet with losses of body cell mass, muscle function, and immune response. *Am J Clin Nutr*, *62*(1), 30-39. https://doi.org/10.1093/ajcn/62.1.30

Castañeda-Babarro, A., Arbillaga-Etxarri, A., Gutiérrez-Santamaría, B. et Coca, A. (2020, Sep 21). Physical Activity Change during COVID-19 Confinement. *Int J Environ Res Public Health*, *17*(18). https://doi.org/10.3390/ijerph17186878

Cesari, M., Kritchevsky, S. B., Newman, A. B., Simonsick, E. M., Harris, T. B., Penninx, B. W., Brach, J. S., Tylavsky, F. A., Satterfield, S., Bauer, D. C., Rubin, S. M., Visser, M. et Pahor, M. (2009, Feb). Added value of physical performance measures in predicting adverse health-related events: results from the Health, Aging And Body Composition Study. *J Am Geriatr Soc*, *57*(2), 251-259. https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2008.02126.x

Chambonniere, C., Lambert, C., Tardieu, M., Fillon, A., Genin, P., Larras, B., Melsens, P., Baker, J., Pereira, B., Tremblay, A., Thivel, D. et Duclos, M. (2021a, Apr 7). Physical Activity and Sedentary Behavior of Elderly Populations during Confinement: Results from the FRENCH COVID-19 ONAPS Survey. *Exp Aging Res*, 1-13. https://doi.org/10.1080/0361073x.2021.1908750

Chambonniere, C., Lambert, C., Tardieu, M., Fillon, A., Genin, P., Larras, B., Melsens, P., Baker, J. S., Pereira, B., Tremblay, A., Thivel, D. et Duclos, M. (2021b, Oct-Dec). Physical Activity and Sedentary Behavior of Elderly Populations during Confinement: Results from the FRENCH COVID-19 ONAPS Survey. *Exp Aging Res*, *47*(5), 401-413. https://doi.org/10.1080/0361073x.2021.1908750

Chang, S. H., Wang, L. T., Chueh, T. Y., Hsueh, M. C., Hung, T. M. et Wang, Y. W. (2021). Effectiveness of Facebook Remote Live-Streaming-Guided Exercise for Improving the Functional Fitness of Community-Dwelling Older Adults. *Front Med (Lausanne)*, *8*, 734812. https://doi.org/10.3389/fmed.2021.734812

Chen, Y., Zhang, Y., Guo, Z., Bao, D. et Zhou, J. (2021, Nov 24). Comparison between the effects of exergame intervention and traditional physical training on improving balance and fall prevention in healthy older adults: a systematic review and meta-analysis. *J Neuroeng Rehabil*, *18*(1), 164. https://doi.org/10.1186/s12984-021-00917-0

Chen YW, C. P., Coxson HO, Road JD, Guenette JA, Hunt MA, Reid WD. . (2013). A randomized trial of remote vs. conventional pulmonary rehabilitation in chronic obstructive pulmonary disease. *Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*, *Aug;10(4):511-8.* .

Chen, Z., Li, W. Y., Ho, M. et Chau, P. H. (2021, Apr 24). The Prevalence of Sarcopenia in Chinese Older Adults: Meta-Analysis and Meta-Regression. *Nutrients*, *13*(5). https://doi.org/10.3390/nu13051441

Cheval, B., Sivaramakrishnan, H., Maltagliati, S., Fessler, L., Forestier, C., Sarrazin, P., Orsholits, D., Chalabaev, A., Sander, D., Ntoumanis, N. et Boisgontier, M. P. (2021, Mar). Relationships between changes in self-reported physical activity, sedentary behaviour and health during the coronavirus (COVID-19) pandemic in France and Switzerland. *J Sports Sci*, *39*(6), 699-704. https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1841396

Chiu, T. W., Lam, T. H., & Cheung, S. Y. (2020). Evaluation of an online intervention to promote physical activity in Hong Kong Chinese older adults. *Journal of Aging and Physical Activity*, *28(4), 537-545.* https://doi.org/https://doi.org/10.1123/japa.2019-0203

Clark, D. J., Reid, K. F., Patten, C., Phillips, E. M., Ring, S. A., Wu, S. S. et Fielding, R. A. (2014, Jul). Does quadriceps neuromuscular activation capability explain walking speed in older men and women? *Exp Gerontol*, *55*, 49-53. https://doi.org/10.1016/j.exger.2014.03.019

Coetsee, C. et Terblanche, E. (2015, 2015/10/29). The time course of changes induced by resistance training and detraining on muscular and physical function in older adults. *European Review of Aging and Physical Activity*, *12*(1), 7. https://doi.org/10.1186/s11556-015-0153-8

Coetsee, C. et Terblanche, E. (2017). The effect of three different exercise training modalities on cognitive and physical function in a healthy older population. *Eur Rev Aging Phys Act*, *14*, 13. https://doi.org/10.1186/s11556-017-0183-5

Cohen, J. (2013). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Academic press.

Cohen-Mansfield, J., Muff, A., Meschiany, G. et Lev-Ari, S. (2021, Jan 22). Adequacy of Web-Based Activities as a Substitute for In-Person Activities for Older Persons During the COVID-19 Pandemic: Survey Study. *J Med Internet Res*, *23*(1), e25848. https://doi.org/10.2196/25848

Connelly, D. M. et Vandervoort, A. A. (1997, Dec). Effects of detraining on knee extensor strength and functional mobility in a group of elderly women. *J Orthop Sports Phys Ther*, *26*(6), 340-346. https://doi.org/10.2519/jospt.1997.26.6.340

Conroy, D. E., Yang, C. H., Maher, J. P., & Donovan, E. A. . (2019). Virtual coaching for promoting physical activity in adults age 60 years and older: A pilot study. *Journal of Aging and Physical Activity*, *27(3), 371-377.*

Cooper, A. R., Sebire, S., Montgomery, A. A., Peters, T. J., Sharp, D. J., Jackson, N., Fitzsimons, K., Dayan, C. M. et Andrews, R. C. (2012, Mar). Sedentary time, breaks in sedentary time and metabolic variables in people with newly diagnosed type 2 diabetes. *Diabetologia*, *55*(3), 589-599. https://doi.org/10.1007/s00125-011-2408-x

Correa, C. S., Cunha, G., Marques, N., Oliveira-Reischak, Ã. et Pinto, R. (2016, Jul). Effects of strength training, detraining and retraining in muscle strength, hypertrophy and functional tasks in older female adults. *Clin Physiol Funct Imaging*, *36*(4), 306-310. https://doi.org/10.1111/cpf.12230

Craig, C. L., Marshall, A. L., Sjöström, M., Bauman, A. E., Booth,, M. L., A., B. E., Pratt, M., Ekelund, U., Yngve, A., et Sallis, J. F., Oja, P. (2003). International Physical Activity Questionnaire: 12-country reliability and validity. *Medicine and science in sports and exercise*, *35(8), 1381-1395*. https://www.brandeis.edu/roybal/docs/IPAQ_website.pdf

Cronshaw, S. (2022, Spring). Web workouts and consumer well-being: The role of digital-physical activity during the UK COVID-19 lockdown. *J Consum Aff*, *56*(1), 449-464. https://doi.org/10.1111/joca.12375

Cruz-Jentoft, A. J., Baeyens, J. P., Bauer, J. M., Boirie, Y., Cederholm, T., Landi, F., Martin, F. C., Michel, J. P., Rolland, Y., Schneider, S. M., Topinková, E., Vandewoude, M. et Zamboni, M. (2010, Jul). Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing*, *39*(4), 412-423. https://doi.org/10.1093/ageing/afq034

Cruz-Jentoft, A. J., Bahat, G., Bauer, J., Boirie, Y., Bruyère, O., Cederholm, T., Cooper, C., Landi, F., Rolland, Y., Sayer, A. A., Schneider, S. M., Sieber, C. C., Topinkova, E., Vandewoude, M., Visser, M. et Zamboni, M. (2019, Jan 1). Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing*, *48*(1), 16-31. https://doi.org/10.1093/ageing/afy169

Cunningham, C., R, O. S., Caserotti, P. et Tully, M. A. (2020, May). Consequences of physical inactivity in older adults: A systematic review of reviews and meta-analyses. *Scand J Med Sci Sports*, *30*(5), 816-827. https://doi.org/10.1111/sms.13616

Cuoco, A., Callahan, D. M., Sayers, S., Frontera, W. R., Bean, J. et Fielding, R. A. (2004, Nov). Impact of muscle power and force on gait speed in disabled older men and women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, *59*(11), 1200-1206. https://doi.org/10.1093/gerona/59.11.1200

da Rosa Orssatto, L. B., de la Rocha Freitas, C., Shield, A. J., Silveira Pinto, R. et Trajano, G. S. (2019, Nov). Effects of resistance training concentric velocity on older adults' functional capacity: A systematic review and meta-analysis of randomised trials. *Exp Gerontol*, *127*, 110731. https://doi.org/10.1016/j.exger.2019.110731

Daveri, M., Fusco, A., Cortis, C. et Mascherini, G. (2022, Nov 2). Effectiveness of Different Modalities of Remote Online Training in Young Healthy Males. *Sports (Basel)*, *10*(11). https://doi.org/10.3390/sports10110170

Davis, J. C., Verhagen, E., Bryan, S., Liu-Ambrose, T., Borland, J., Buchner, D., Hendriks, M. R., Weiler, R., Morrow, J. R., van Mechelen, W., Blair, S. N., Pratt, M., Windt, J., al-Tunaiji, H., Macri, E. et Khan, K. M. (2014). 2014 Consensus Statement from the first Economics of Physical Inactivity Consensus (EPIC) Conference (Vancouver). *British Journal of Sports Medicine*, *48*(12), 947-951. https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-093575

de Fátima Ribeiro Silva, C., Ohara, D. G., Matos, A. P., Pinto, A. et Pegorari, M. S. (2021, Oct 10). Short Physical Performance Battery as a Measure of Physical Performance and Mortality Predictor in Older Adults: A Comprehensive Literature Review. *Int J Environ Res Public Health*, *18*(20). https://doi.org/10.3390/ijerph182010612

Deci, E. L. et Ryan, R. M. (1980). Self-determination Theory: When Mind Mediates Behavior. *The Journal of Mind and Behavior*, *1*(1), 33-43. http://www.jstor.org/stable/43852807

Delmonico, M. J., Harris, T. B., Visser, M., Park, S. W., Conroy, M. B., Velasquez-Mieyer, P., Boudreau, R., Manini, T. M., Nevitt, M., Newman, A. B. et Goodpaster, B. H. (2009, Dec). Longitudinal study of muscle strength, quality, and adipose tissue infiltration. *Am J Clin Nutr*, *90*(6), 1579-1585. https://doi.org/10.3945/ajcn.2009.28047

Dequanter, S., Gagnon, M. P., Ndiaye, M. A., Gorus, E., Fobelets, M., Giguère, A., Bourbonnais, A. et Buyl, R. (2021, Sep 13). The Effectiveness of e-Health Solutions for Aging With Cognitive Impairment: A Systematic Review. *Gerontologist*, *61*(7), e373-e394. https://doi.org/10.1093/geront/gnaa065

Direito, A., Carraça, E., Rawstorn, J., Whittaker, R. et Maddison, R. (2017, Apr). mHealth Technologies to Influence Physical Activity and Sedentary Behaviors: Behavior Change

Techniques, Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Ann Behav Med*, *51*(2), 226-239. https://doi.org/10.1007/s12160-016-9846-0

Dodds, R. M., Roberts, H. C., Cooper, C. et Sayer, A. A. (2015, Oct-Dec). The Epidemiology of Sarcopenia. *J Clin Densitom*, *18*(4), 461-466. https://doi.org/10.1016/j.jocd.2015.04.012

Dorri, S., Asadi, F., Olfatbakhsh, A. et Kazemi, A. (2020, Jan). A Systematic Review of Electronic Health (eHealth) interventions to improve physical activity in patients with breast cancer. *Breast Cancer*, *27*(1), 25-46. https://doi.org/10.1007/s12282-019-00982-3

Dyrstad, S. M., Hansen, B. H., & Eriksen, L. . (2020). Effects of an exercise program on physical function, health, and well-being of elderly people. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *17(10), 3566.* https://doi.org/doi: 10.3390/ijerph17103566

Ebi, K. L., Capon, A., Berry, P., Broderick, C., de Dear, R., Havenith, G., Honda, Y., Kovats, R. S., Ma, W., Malik, A., Morris, N. B., Nybo, L., Seneviratne, S. I., Vanos, J. et Jay, O. (2021, Aug 21). Hot weather and heat extremes: health risks. *Lancet*, *398*(10301), 698-708. https://doi.org/10.1016/s0140-6736(21)01208-3

Ekelund, U., Steene-Johannessen, J., Brown, W. J., Fagerland, M. W., Owen, N., Powell, K. E., Bauman, A. et Lee, I. M. (2016, Sep 24). Does physical activity attenuate, or even eliminate, the detrimental association of sitting time with mortality? A harmonised meta-analysis of data from more than 1 million men and women. *Lancet*, *388*(10051), 1302-1310. https://doi.org/10.1016/s0140-6736(16)30370-1

English, K. L. et Paddon-Jones, D. (2010). Protecting muscle mass and function in older adults during bed rest. *Current opinion in clinical nutrition and metabolic care*, *13*(1), 34.

Ensrud, K. E., Ewing, S. K., Taylor, B. C., Fink, H. A., Stone, K. L., Cauley, J. A., Tracy, J. K., Hochberg, M. C., Rodondi, N. et Cawthon, P. M. (2007, Jul). Frailty and risk of falls, fracture, and mortality in older women: the study of osteoporotic fractures. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, *62*(7), 744-751. https://doi.org/10.1093/gerona/62.7.744

Esain, I., Rodriguez-Larrad, A., Bidaurrazaga-Letona, I. et Gil, S. M. (2017, Nov 21). Health-related quality of life, handgrip strength and falls during detraining in elderly habitual exercisers. *Health Qual Life Outcomes*, *15*(1), 226. https://doi.org/10.1186/s12955-017-0800-z

10.1186/s12955-017-0800-z.

Ethgen, O., Beaudart, C., Buckinx, F., Bruyère, O. et Reginster, J. Y. (2017, Mar). The Future Prevalence of Sarcopenia in Europe: A Claim for Public Health Action. *Calcif Tissue Int*, *100*(3), 229-234. https://doi.org/10.1007/s00223-016-0220-9

Evans, W. J. (1995, Nov). What is sarcopenia? *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, *50 Spec No*, 5-8. https://doi.org/10.1093/gerona/50a.special_issue.5

Fan, J. X., Kowaleski-Jones, L. et Wen, M. (2013, Oct). Walking or dancing: patterns of physical activity by cross-sectional age among U.S. women. *J Aging Health*, *25*(7), 1182-1203. https://doi.org/10.1177/0898264313495561

Feng, N. C., Ryan, E., Kidane, M., Tusch, E. S., McFeeley, B. M., Carlsson, R., Mohammed, A. H., Håkansson, K. et Daffner, K. R. (2019). Feasibility of an at-home, web-based, interactive exercise program for older adults. *Alzheimers Dement (N Y)*, *5*, 825-833. https://doi.org/10.1016/j.trci.2019.10.005

Fernandez, D., Wilkins, S. S., Melrose, R. J., Hall, K. M., Abbate, L. M., Morey, M. C., Castle, S. C., Zeng, A. et Lee, C. C. (2022, Nov 10). Physical Function Effects of Live Video Group Exercise Interventions for Older Adults: A Systematic Review and Veteran's Gerofit Group Case Study. *Telemed J E Health*. https://doi.org/10.1089/tmj.2022.0175

Fernández-García Á, I., Moradell, A., Navarrete-Villanueva, D., Subías-Perié, J., Pérez-Gómez, J., Ara, I., González-Gross, M., Casajús, J. A., Vicente-Rodríguez, G. et Gómez-Cabello, A. (2022, Sep 29). Effects of Multicomponent Training Followed by a Detraining Period on Frailty Level and Functional Capacity of Older Adults with or at Risk of Frailty: Results of 10-Month Quasi-Experimental Study. *Int J Environ Res Public Health*, *19*(19). https://doi.org/10.3390/ijerph191912417

FitBit. (2020). The impact of coronavirus on physical activity all over the world. *Fitbit news*. https://blog.fitbit.com/covid-19-global-activity/

Foldvari, M., Clark, M., Laviolette, L. C., Bernstein, M. A., Kaliton, D., Castaneda, C., Pu, C. T., Hausdorff, J. M., Fielding, R. A. et Singh, M. A. (2000, Apr). Association of muscle power with functional status in community-dwelling elderly women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, *55*(4), M192-199. https://doi.org/10.1093/gerona/55.4.m192

Foster, C., Richards, J., Thorogood, M. et Hillsdon, M. (2013, Sep 30). Remote and web 2.0 interventions for promoting physical activity. *Cochrane Database Syst Rev*, *9*(9), Cd010395. https://doi.org/10.1002/14651858.CD010395.pub2

Franco, M. R., Howard, K., Sherrington, C., Ferreira, P. H., Rose, J., Gomes, J. L. et Ferreira, M. L. (2015, Jan). Eliciting older people's preferences for exercise programs: a best-worst scaling choice experiment. *J Physiother*, *61*(1), 34-41. https://doi.org/10.1016/j.jphys.2014.11.001

Froböse I., B. B., Wallmann-Sperlich B. (2018). Der DKV-Report 2018: Wie Gesund Lebt Deutschland? https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwia3rH3kejzAhXQGewKHb9aAXAQFnoECBQQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww1.wdr.de%2Fnachrichten%2Fdkv-gesundheitsreport-102.pdf&usg=AOvVaw3QPlaNKdLG_U_Oet0SP4qN

Frontera, W. R. et Bigard, X. (2002). The benefits of strength training in the elderly. *Science & Sports*, *17*(3), 109-116.

Frontera, W. R., Hughes, V. A., Fielding, R. A., Fiatarone, M. A., Evans, W. J. et Roubenoff, R. (2000, Apr). Aging of skeletal muscle: a 12-yr longitudinal study. *J Appl Physiol (1985)*, *88*(4), 1321-1326. https://doi.org/10.1152/jappl.2000.88.4.1321

Fuente-Vidal, A., Guerra-Balic, M., Roda-Noguera, O., Jerez-Roig, J. et Montane, J. (2022, Aug 17). Adherence to eHealth-Delivered Exercise in Adults with no Specific Health Conditions: A Scoping Review on a Conceptual Challenge. *Int J Environ Res Public Health*, *19*(16). https://doi.org/10.3390/ijerph191610214

Fukuda, R. (2011). Gerontechnology for a super-aged society. Dans *The silver market phenomenon* (p. 79-89). Springer.

Gagnon, M. A., Batcho, C. S., Bird, M. L., Labbé, B. et Best, K. L. (2023, Mar). Feasibility of a remotely supervised home-based group eHealth Fitness and Mobility Exercise program for stroke: French-Canadian version preliminary study. *Top Stroke Rehabil*, *30*(2), 169-179. https://doi.org/10.1080/10749357.2021.2012008

Galiano-Castillo, N., Cantarero-Villanueva, I., Fernández-Lao, C., Ariza-García, A., Díaz-Rodríguez, L., Del-Moral-Ávila, R. et Arroyo-Morales, M. (2016, Oct 15). Telehealth system: A randomized controlled trial evaluating the impact of an internet-based exercise intervention on quality of life, pain, muscle strength, and fatigue in breast cancer survivors. *Cancer*, *122*(20), 3166-3174. https://doi.org/10.1002/cncr.30172

Gaspar, A. G. M. et Lapão, L. V. (2021, Apr 28). eHealth for Addressing Balance Disorders in the Elderly: Systematic Review. *J Med Internet Res*, *23*(4), e22215. https://doi.org/10.2196/22215

Gault, M. L. et Willems, M. E. (2013, Sep 25). Aging, functional capacity and eccentric exercise training. *Aging Dis*, *4*(6), 351-363. https://doi.org/10.14336/ad.2013.0400351

Geirsdottir, O. G., Arnarson, A., Ramel, A., Briem, K., Jonsson, P. V. et Thorsdottir, I. (2015, Feb). Muscular strength and physical function in elderly adults 6-18 months after a 12-week resistance exercise program. *Scand J Public Health*, *43*(1), 76-82. https://doi.org/10.1177/1403494814560842

Geller, K., Renneke, K., Custer, S. et Tigue, G. (2018, Jun). Intrinsic and Extrinsic Motives Support Adults' Regular Physical Activity Maintenance. *Sports Med Int Open*, *2*(3), E62-e66. https://doi.org/10.1055/a-0620-9137

Gianoudis, J., Bailey, C. A. et Daly, R. M. (2015, Feb). Associations between sedentary behaviour and body composition, muscle function and sarcopenia in community-dwelling older adults. *Osteoporos Int*, *26*(2), 571-579. https://doi.org/10.1007/s00198-014-2895-y

10.1007/s00198-014-2895-y. Epub 2014 Sep 23.

Golay, A. (2013). Revue Médicale Suisse : Comportement d'inactivité physique : une réponse adaptative inappropriée au maintien de la santé dans nos sociétés ? *Revue Médicale Suisse*, *9*(379), 679-683. https://www.revmed.ch/revue-medicale-suisse/2013/revue-medicale-suisse-379/comportement-d-inactivite-physique-une-reponse-adaptative-inappropriee-au-maintien-de-la-sante-dans-nos-societes

Graafmans, J. A. et Brouwers, T. (1989). Gerontechnology™, the modelling of normal aging. (p. 187-189). Proceedings of the Human Factors Society Annual Meeting, SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA.

Granet, J., Peyrusque, E., Ruiz, F., Buckinx, F., Abdelkader, L. B., Dang-Vu, T. T., Sirois, M. J., Gouin, J. P., Pageaux, B. et Aubertin-Leheudre, M. (2023, Mar). Online physical exercise intervention in older adults during lockdown: Can we improve the recipe? [Randomized Controlled Trial]. *Aging Clin Exp Res*, *35*(3), 551-560. https://doi.org/10.1007/s40520-022-02329-z

Granet, J., Peyrusqué, E., Ruiz, F., Buckinx, F., Abdelkader, L. B., Dang-Vu, T. T., Sirois, M. J., Gouin, J. P., Pageaux, B. et Aubertin-Leheudre, M. (2022, Jun 8). Web-based physical activity interventions are feasible and beneficial solutions to prevent physical and mental health declines in community-dwelling older adults during isolation periods. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. https://doi.org/10.1093/gerona/glac127

Granet, J., Peyrusqué, E., Ruiz, F., Buckinx, F., Abdelkader, L. B., Dang-Vu, T. T., Sirois, M. J., Gouin, J. P., Pageaux, B. et Aubertin-Leheudre, M. (2023, Jan 13). Online physical exercise intervention in older adults during lockdown: Can we improve the recipe? *Aging Clin Exp Res*. https://doi.org/10.1007/s40520-022-02329-z

Grgic, J. (2022, Oct 28). Use It or Lose It? A Meta-Analysis on the Effects of Resistance Training Cessation (Detraining) on Muscle Size in Older Adults. *Int J Environ Res Public Health*, *19*(21). https://doi.org/10.3390/ijerph192114048

Guan, W.-j., Ni, Z.-y., Hu, Y., Liang, W.-h., Ou, C.-q., He, J.-x., Liu, L., Shan, H., Lei, C.-l. et Hui, D. S. (2020). Clinical characteristics of coronavirus disease 2019 in China. *New England journal of medicine*, *382*(18), 1708-1720.

Gudlaugsson, J., Gudnason, V., Aspelund, T., Siggeirsdottir, K., Olafsdottir, A. S., Jonsson, P. V., Arngrimsson, S. A., Harris, T. B. et Johannsson, E. (2012). Effects of a 6-month multimodal training intervention on retention of functional fitness in older adults: a randomized-

controlled cross-over design. *The international journal of behavioral nutrition and physical activity*, *9*, 107-107. https://doi.org/10.1186/1479-5868-9-107

Guralnik, J. M., Ferrucci, L., Pieper, C. F., Leveille, S. G., Markides, K. S., Ostir, G. V., Studenski, S., Berkman, L. F. et Wallace, R. B. (2000, Apr). Lower extremity function and subsequent disability: consistency across studies, predictive models, and value of gait speed alone compared with the short physical performance battery. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, *55*(4), M221-231. https://doi.org/10.1093/gerona/55.4.m221

Guralnik, J. M., Simonsick, E. M., Ferrucci, L., Glynn, R. J., Berkman, L. F., Blazer, D. G., Scherr, P. A. et Wallace, R. B. (1994, Mar). A short physical performance battery assessing lower extremity function: association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. *J Gerontol*, *49*(2), M85-94. https://doi.org/10.1093/geronj/49.2.m85

Hagströmer, M., Oja, P. et Sjöström, M. (2006, Sep). The International Physical Activity Questionnaire (IPAQ): a study of concurrent and construct validity. *Public Health Nutr*, *9*(6), 755-762. https://doi.org/10.1079/phn2005898

Hale, T., Angrist, N., Goldszmidt, R., Kira, B., Petherick, A., Phillips, T., Webster, S., Cameron-Blake, E., Hallas, L., Majumdar, S. et Tatlow, H. (2021, 2021/04/01). A global panel database of pandemic policies (Oxford COVID-19 Government Response Tracker). *Nature Human Behaviour*, *5*(4), 529-538. https://doi.org/10.1038/s41562-021-01079-8

Hall, G., Laddu, D. R., Phillips, S. A., Lavie, C. J. et Arena, R. (2021, Jan-Feb). A tale of two pandemics: How will COVID-19 and global trends in physical inactivity and sedentary behavior affect one another? *Prog Cardiovasc Dis*, *64*, 108-110. https://doi.org/10.1016/j.pcad.2020.04.005

Han, H., Cao, Y., Feng, C., Zheng, Y., Dhana, K., Zhu, S., Shang, C., Yuan, C. et Zong, G. (2022, Feb 1). Association of a Healthy Lifestyle With All-Cause and Cause-Specific Mortality Among Individuals With Type 2 Diabetes: A Prospective Study in UK Biobank. *Diabetes Care*, *45*(2), 319-329. https://doi.org/10.2337/dc21-1512

Harackiewicz, J. M. (1979). The effects of reward contingency and performance feedback on intrinsic motivation. *Journal of personality and social psychology*, *37*(8), 1352.

Hardcastle, S. et Taylor, A. (2001, 07/01). Looking for More than Weight Loss and Fitness Gain: Psychosocial Dimensions among Older Women in a Primary-Care Exercise-Referral Program. *Journal of Aging and Physical Activity*, *9*, 313-328. https://doi.org/10.1123/japa.9.3.313

Hars, M., Herrmann, F. R., Fielding, R. A., Reid, K. F., Rizzoli, R. et Trombetti, A. (2014, Nov). Long-term exercise in older adults: 4-year outcomes of music-based multitask training. *Calcif Tissue Int*, *95*(5), 393-404. https://doi.org/10.1007/s00223-014-9907-y

Harvey, J. A., Chastin, S. F. et Skelton, D. A. (2013, Dec 2). Prevalence of sedentary behavior in older adults: a systematic review. *Int J Environ Res Public Health*, *10*(12), 6645-6661. https://doi.org/10.3390/ijerph10126645

10.3390/ijerph10126645.

Harvey, J. A., Chastin, S. F. et Skelton, D. A. (2015, Jul). How Sedentary are Older People? A Systematic Review of the Amount of Sedentary Behavior. *J Aging Phys Act*, *23*(3), 471-487. https://doi.org/10.1123/japa.2014-0164

Hauer, K., Pfisterer, M., Schuler, M., Bärtsch, P. et Oster, P. (2003, Oct). Two years later: a prospective long-term follow-up of a training intervention in geriatric patients with a history of severe falls. *Arch Phys Med Rehabil*, *84*(10), 1426-1432. https://doi.org/10.1016/s0003-9993(03)00267-3

Haynes, A., Gilchrist, H., Oliveira, J. S., Sherrington, C. et Tiedemann, A. (2022, Nov 2). "I wouldn't have joined if it wasn't online": understanding older people's engagement with teleyoga classes for fall prevention. *BMC Complement Med Ther*, *22*(1), 283. https://doi.org/10.1186/s12906-022-03756-1

Haynes, E. M. K., Neubauer, N. A., Cornett, K. M. D., O'Connor, B. P., Jones, G. R. et Jakobi, J. M. (2020, Nov). Age and sex-related decline of muscle strength across the adult lifespan: a scoping review of aggregated data. *Appl Physiol Nutr Metab*, *45*(11), 1185-1196. https://doi.org/10.1139/apnm-2020-0081

Hernani, M. et Hernani, E. (2020). Online yoga as public health support in the time of COVID-19 PandemicOnline yoga as public health support in the time of COVID-19 pandemic. *Int J Progress Sci Technol*, *21*(2), 331-337.

Hlatky, M. A., Boineau, R. E., Higginbotham, M. B., Lee, K. L., Mark, D. B., Califf, R. M., Cobb, F. R. et Pryor, D. B. (1989, Sep 15). A brief self-administered questionnaire to determine functional capacity (the Duke Activity Status Index). *Am J Cardiol*, *64*(10), 651-654. https://doi.org/10.1016/0002-9149(89)90496-7

Hofheinz, M. et Schusterschitz, C. (2010, 2010/09/01). Dual task interference in estimating the risk of falls and measuring change: a comparative, psychometric study of four measurements. *Clinical Rehabilitation*, *24*(9), 831-842. https://doi.org/10.1177/0269215510367993

Holloszy, J. O. (2000, Jan). The biology of aging. *Mayo Clin Proc*, *75 Suppl*, S3-8; discussion S8-9.

Hong, J., Kim, J., Kim, S. W. et Kong, H. J. (2017, Jan). Effects of home-based tele-exercise on sarcopenia among community-dwelling elderly adults: Body composition and functional fitness. *Exp Gerontol*, *87*(Pt A), 33-39. https://doi.org/10.1016/j.exger.2016.11.002

Hong, J., Kong, H. J. et Yoon, H. J. (2018, May 28). Web-Based Telepresence Exercise Program for Community-Dwelling Elderly Women With a High Risk of Falling: Randomized Controlled Trial. *JMIR Mhealth Uhealth*, *6*(5), e132. https://doi.org/10.2196/mhealth.9563

Houssein, C., Lagacé, M., Laplante, J. et Tanguay, A. (2015, 12/10). How Ageism Contributes to the Second-Level Digital Divide: The Case of Canadian Seniors. *Journal of Technologies and Human Usability*, *Volume 11*, pp.1-13.

Howlett, N., Trivedi, D., Troop, N. A. et Chater, A. M. (2019, Jan 1). Are physical activity interventions for healthy inactive adults effective in promoting behavior change and maintenance, and which behavior change techniques are effective? A systematic review and meta-analysis. *Transl Behav Med*, *9*(1), 147-157. https://doi.org/10.1093/tbm/iby010

Huang, C., Wang, Y., Li, X., Ren, L., Zhao, J., Hu, Y., Zhang, L., Fan, G., Xu, J. et Gu, X. (2020). Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *The lancet*, *395*(10223), 497-506.

Hwang, C. L., Lim, J., Yoo, J. K., Kim, H. K., Hwang, M. H., Handberg, E. M., Petersen, J. W., Holmer, B. J., Leey Casella, J. A., Cusi, K. et Christou, D. D. (2019, Feb). Effect of all-extremity high-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous training on aerobic fitness in middle-aged and older adults with type 2 diabetes: A randomized controlled trial. *Exp Gerontol*, *116*, 46-53. https://doi.org/10.1016/j.exger.2018.12.013

Hwang, R., Bruning, J., Morris, N., Mandrusiak, A. et Russell, T. (2015, Nov-Dec). A Systematic Review of the Effects of Telerehabilitation in Patients With Cardiopulmonary Diseases. *J Cardiopulm Rehabil Prev*, *35*(6), 380-389. https://doi.org/10.1097/hcr.0000000000000121

Hyodo, K., Kidokoro, T., Yamaguchi, D., Iida, M., Watanabe, Y., Ueno, A., Noda, T., Kawahara, K., Nishida, S., Kai, Y. et Arao, T. (2023, Jan 16). Feasibility, Safety, Enjoyment, and

System Usability of Web-Based Aerobic Dance Exercise Program in Older Adults: Single-Arm Pilot Study. *JMIR Aging*, *6*, e39898. https://doi.org/10.2196/39898

Iannuzzi-Sucich, M., Prestwood, K. M. et Kenny, A. M. (2002, Dec). Prevalence of sarcopenia and predictors of skeletal muscle mass in healthy, older men and women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, *57*(12), M772-777. https://doi.org/10.1093/gerona/57.12.m772

Ikegami É, M., Souza, L. A., Tavares, D. et Rodrigues, L. R. (2020, Mar). Functional capacity and physical performance of community-dwelling elderly: a longitudinal study. *Cien Saude Colet*, *25*(3), 1083-1090. https://doi.org/10.1590/1413-81232020253.18512018 (Capacidade funcional e desempenho físico de idosos comunitários: um estudo longitudinal.)

Izquierdo, M., Duque, G. et Morley, J. E. (2021, Jun). Physical activity guidelines for older people: knowledge gaps and future directions. *Lancet Healthy Longev*, *2*(6), e380-e383. https://doi.org/10.1016/s2666-7568(21)00079-9

Izquierdo, M., Merchant, R. A., Morley, J. E., Anker, S. D., Aprahamian, I., Arai, H., Aubertin-Leheudre, M., Bernabei, R., Cadore, E. L., Cesari, M., Chen, L. K., de Souto Barreto, P., Duque, G., Ferrucci, L., Fielding, R. A., García-Hermoso, A., Gutiérrez-Robledo, L. M., Harridge, S. D. R., Kirk, B., Kritchevsky, S., Landi, F., Lazarus, N., Martin, F. C., Marzetti, E., Pahor, M., Ramírez-Vélez, R., Rodriguez-Mañas, L., Rolland, Y., Ruiz, J. G., Theou, O., Villareal, D. T., Waters, D. L., Won Won, C., Woo, J., Vellas, B. et Fiatarone Singh, M. (2021). International Exercise Recommendations in Older Adults (ICFSR): Expert Consensus Guidelines. *J Nutr Health Aging*, *25*(7), 824-853. https://doi.org/10.1007/s12603-021-1665-8

Jenkin, C. R., Eime, R. M., Westerbeek, H., O'Sullivan, G. et van Uffelen, J. G. Z. (2017, Dec 22). Sport and ageing: a systematic review of the determinants and trends of participation in sport for older adults. *BMC Public Health*, *17*(1), 976. https://doi.org/10.1186/s12889-017-4970-8

Jerome, G. J., Ko, S. U., Kauffman, D., Studenski, S. A., Ferrucci, L. et Simonsick, E. M. (2015, Mar-Apr). Gait characteristics associated with walking speed decline in older adults: results from the Baltimore Longitudinal Study of Aging. *Arch Gerontol Geriatr*, *60*(2), 239-243. https://doi.org/10.1016/j.archger.2015.01.007

Jiménez-García, J. D., Martínez-Amat, A., De la Torre-Cruz, M. J., Fábrega-Cuadros, R., Cruz-Díaz, D., Aibar-Almazán, A., Achalandabaso-Ochoa, A. et Hita-Contreras, F. (2019, Feb). Suspension Training HIIT Improves Gait Speed, Strength and Quality of Life in Older Adults. *Int J Sports Med*, *40*(2), 116-124. https://doi.org/10.1055/a-0787-1548

Jones, C. J., Rikli, R. E. et Beam, W. C. (1999, Jun). A 30-s chair-stand test as a measure of lower body strength in community-residing older adults. *Res Q Exerc Sport*, *70*(2), 113-119. https://doi.org/10.1080/02701367.1999.10608028

Kalapotharakos, V. I., Diamantopoulos, K. et Tokmakidis, S. P. (2010, Apr). Effects of resistance training and detraining on muscle strength and functional performance of older adults aged 80 to 88 years. *Aging Clin Exp Res*, *22*(2), 134-140. https://doi.org/10.1007/bf03324786

Kane, L. T., Thakar, O., Jamgochian, G., Lazarus, M. D., Abboud, J. A., Namdari, S. et Horneff, J. G. (2020, Apr). The role of telehealth as a platform for postoperative visits following rotator cuff repair: a prospective, randomized controlled trial. *J Shoulder Elbow Surg*, *29*(4), 775-783. https://doi.org/10.1016/j.jse.2019.12.004

Karinkanta, S., Heinonen, A., Sievanen, H., Uusi-Rasi, K. et Kannus, P. (2005, Mar-Apr). Factors predicting dynamic balance and quality of life in home-dwelling elderly women. *Gerontology*, *51*(2), 116-121. https://doi.org/10.1159/000082196

Kawakami, Y., Muraoka, Y., Kubo, K., Suzuki, Y. et Fukunaga, T. (2000, Dec). Changes in muscle size and architecture following 20 days of bed rest. *J Gravit Physiol*, *7*(3), 53-59.

Keikha, L., Maserat, E. et Mohammadzadeh, Z. (2022, Jan-Feb). Telerehabilitation and Monitoring Physical Activity in Patient with Breast Cancer: Systematic Review. *Iran J Nurs Midwifery Res*, *27*(1), 8-17. https://doi.org/10.4103/ijnmr.ijnmr_472_20

Kessler, R. C., Andrews, G., Colpe, L. J., Hiripi, E., Mroczek, D. K., Normand, S. L., Walters, E. E. et Zaslavsky, A. M. (2002, Aug). Short screening scales to monitor population prevalences and trends in non-specific psychological distress. *Psychol Med*, *32*(6), 959-976. https://doi.org/10.1017/s0033291702006074

Killgore, W. D. S., Cloonan, S. A., Taylor, E. C. et Dailey, N. S. (2020, 2020/08/01/). Loneliness: A signature mental health concern in the era of COVID-19. *Psychiatry Research*, *290*, 113117. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.psychres.2020.113117

Kim, H., Park, E., Lee, S., Kim, M., Park, E. J. et Hong, S. (2018, Jun 29). Self-Management of Chronic Diseases Among Older Korean Adults: An mHealth Training, Protocol, and Feasibility Study. *JMIR Mhealth Uhealth*, *6*(6), e147. https://doi.org/10.2196/mhealth.9988

Kim, J. C., Chon, J., Kim, H. S., Lee, J. H., Yoo, S. D., Kim, D. H., Lee, S. A., Han, Y. J., Lee, H. S. et Lee, B. Y. (2017). The association between fall history and physical performance tests in the community-dwelling elderly: a cross-sectional analysis. *Annals of rehabilitation medicine*, *41*(2), 239-247.

Kirkland, S. A., Griffith, L. E., Menec, V., Wister, A., Payette, H., Wolfson, C. et Raina, P. S. (2015). Mining a Unique Canadian Resource: The Canadian Longitudinal Study on Aging. *Canadian Journal on Aging / La Revue canadienne du vieillissement*, *34*(3), 366-377. https://doi.org/10.1017/S071498081500029X

Kis, O., Buch, A., Stern, N. et Moran, D. S. (2019, Sep-Oct). Minimally supervised home-based resistance training and muscle function in older adults: A meta-analysis. *Arch Gerontol Geriatr*, *84*, 103909. https://doi.org/10.1016/j.archger.2019.103909

Knittle, K., De Gucht, V. et Maes, S. (2012, Jun). Lifestyle- and behaviour-change interventions in musculoskeletal conditions. *Best Pract Res Clin Rheumatol*, *26*(3), 293-304. https://doi.org/10.1016/j.berh.2012.05.002

Koeze, E. et Popper, N. (2020, April 7, 2020.). The virus changed the way we Internet. *New York Times.* https://www.nytimes.com/interactive/2020/04/07/technology/coronavirus-internet-use.html

Kojima, G. (2015, Dec). Frailty as a Predictor of Future Falls Among Community-Dwelling Older People: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Am Med Dir Assoc*, *16*(12), 1027-1033. https://doi.org/10.1016/j.jamda.2015.06.018

Kolt, G. S., Schofield, G. M., Kerse, N., Garrett, N. et Oliver, M. (2007, Jul). Effect of telephone counseling on physical activity for low-active older people in primary care: a randomized, controlled trial. *J Am Geriatr Soc*, *55*(7), 986-992. https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2007.01203.x

Kortebein, P., Ferrando, A., Lombeida, J., Wolfe, R. et Evans, W. J. (2007, Apr 25). Effect of 10 days of bed rest on skeletal muscle in healthy older adults. *Jama*, *297*(16), 1772-1774. https://doi.org/10.1001/jama.297.16.1772-b

Kumar, A., Arora, A., Sharma, P., Anikhindi, S. A., Bansal, N., Singla, V., Khare, S. et Srivastava, A. (2020). Is diabetes mellitus associated with mortality and severity of COVID-19? A meta-analysis. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*, *14*(4), 535-545.

Kwan, R. Y. C., Salihu, D., Lee, P. H., Tse, M., Cheung, D. S. K., Roopsawang, I. et Choi, K. S. (2020). The effect of e-health interventions promoting physical activity in older people: a systematic review and meta-analysis. *Eur Rev Aging Phys Act*, *17*, 7. https://doi.org/10.1186/s11556-020-00239-5

Larson, J. C. L., A. Z. (2010). Trends in physical activity, sedentary behavior, and diet-related indicators among US adults: a decade of progress. . *Preventive Medicine*, *51(1), 122-129*. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2010.03.016

Larsson, L., Degens, H., Li, M., Salviati, L., Lee, Y. I., Thompson, W., Kirkland, J. L. et Sandri, M. (2019, Jan 1). Sarcopenia: Aging-Related Loss of Muscle Mass and Function. *Physiol Rev*, *99*(1), 427-511. https://doi.org/10.1152/physrev.00061.2017

Lauretani, F., Russo, C. R., Bandinelli, S., Bartali, B., Cavazzini, C., Di Iorio, A., Corsi, A. M., Rantanen, T., Guralnik, J. M. et Ferrucci, L. (2003, Nov). Age-associated changes in skeletal muscles and their effect on mobility: an operational diagnosis of sarcopenia. *J Appl Physiol (1985)*, *95*(5), 1851-1860. https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00246.2003

Lauzé, M., Martel, D. D., Agnoux, A., Sirois, M. J., Émond, M., Daoust, R. et Aubertin-Leheudre, M. (2018). 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. *J Nutr Health Aging*, *22*(1), 16-25. https://doi.org/10.1007/s12603-017-0938-8

Lavie, C. J., Ozemek, C., Carbone, S., Katzmarzyk, P. T. et Blair, S. N. (2019, Mar). Sedentary Behavior, Exercise, and Cardiovascular Health. *Circ Res*, *124*(5), 799-815. https://doi.org/10.1161/circresaha.118.312669

LeBlanc, A. D., Schneider, V. S., Evans, H. J., Pientok, C., Rowe, R. et Spector, E. (1992, Nov). Regional changes in muscle mass following 17 weeks of bed rest. *J Appl Physiol (1985)*, *73*(5), 2172-2178. https://doi.org/10.1152/jappl.1992.73.5.2172

Lee, I. M., Shiroma, E. J., Lobelo, F., Puska, P., Blair, S. N. et Katzmarzyk, P. T. (2012, Jul 21). Impact of Physical Inactivity on the World's Major Non-Communicable Diseases. *Lancet*, *380*(9838), 219-229. https://doi.org/10.1016/s0140-6736(12)61031-9

10.1016/S0140-6736(12)61031-9.

Legido-Quigley, H., Asgari, N., Teo, Y. Y., Leung, G. M., Oshitani, H., Fukuda, K., Cook, A. R., Hsu, L. Y., Shibuya, K. et Heymann, D. (2020). Are high-performing health systems resilient against the COVID-19 epidemic? *The lancet*, *395*(10227), 848-850.

Lesser, I. A. et Nienhuis, C. P. (2020, May 31). The Impact of COVID-19 on Physical Activity Behavior and Well-Being of Canadians. *Int J Environ Res Public Health*, *17*(11). https://doi.org/10.3390/ijerph17113899

Leung, J., & Yen, I. H. . (2015). Outdoor walking and associated factors in Hong Kong Chinese older adults. *Journal of Aging and Physical Activity*, *23(2), 261-270.*

Lewis, M., Bromley, K., Sutton, C. J., McCray, G., Myers, H. L. et Lancaster, G. A. (2021, Feb 3). Determining sample size for progression criteria for pragmatic pilot RCTs: the hypothesis test strikes back! *Pilot Feasibility Stud*, *7*(1), 40. https://doi.org/10.1186/s40814-021-00770-x

Liang, I. J., Perkin, O. J., McGuigan, P. M., Thompson, D. et Western, M. J. (2022, Feb 1). Feasibility and Acceptability of Home-Based Exercise Snacking and Tai Chi Snacking Delivered Remotely to Self-Isolating Older Adults During COVID-19. *J Aging Phys Act*, *30*(1), 33-43. https://doi.org/10.1123/japa.2020-0391

Lindle, R. S., Metter, E. J., Lynch, N. A., Fleg, J. L., Fozard, J. L., Tobin, J., Roy, T. A. et Hurley, B. F. (1997, Nov). Age and gender comparisons of muscle strength in 654 women and men

aged 20-93 yr. *J Appl Physiol (1985)*, *83*(5), 1581-1587. https://doi.org/10.1152/jappl.1997.83.5.1581

Liu, C. J. et Latham, N. K. (2009, Jul 8). Progressive resistance strength training for improving physical function in older adults. *Cochrane Database Syst Rev*, *2009*(3), Cd002759. https://doi.org/10.1002/14651858.CD002759.pub2

López-Valenciano, A., Mayo, X., Liguori, G., Copeland, R. J., Lamb, M. et Jimenez, A. (2020, Aug 26). Changes in sedentary behaviour in European Union adults between 2002 and 2017. *BMC Public Health*, *20*(1), 1206. https://doi.org/10.1186/s12889-020-09293-1

Lord, S. R., Delbaere, K. et Sturnieks, D. L. (2018). Aging. *Handb Clin Neurol*, *159*, 157-171. https://doi.org/10.1016/b978-0-444-63916-5.00010-0

Lustosa, L. P., Silva, J. S. d., Pereira, D. A. G., Assis, M. G. et Pereira, L. S. M. (2020). Physiological risk of falls, physical and aerobic capacity in community-dwelling elderly. *Fisioterapia em Movimento*, *33*.

Lynch, A. M., Kilroy, S., McKee, H., Sheerin, F., Epstein, M., Girault, A., Gillois, P., Bosson, J. L., Rolland, C., Harkin, M., McKinney, C. et McKee, G. (2023, Feb). Active older adults goal setting outcomes for engaging in a physical activity app and the motivation characteristics of these goals (MOVEAGE-ACT). *Prev Med Rep*, *31*, 102084. https://doi.org/10.1016/j.pmedr.2022.102084

Lynch, N. A., Metter, E. J., Lindle, R. S., Fozard, J. L., Tobin, J. D., Roy, T. A., Fleg, J. L. et Hurley, B. F. (1999, Jan). Muscle quality. I. Age-associated differences between arm and leg muscle groups. *J Appl Physiol (1985)*, *86*(1), 188-194. https://doi.org/10.1152/jappl.1999.86.1.188

Ma, Y., Mishra, S. R., Han, X.-K. et Zhu, D.-S. (2021a). The relationship between time to a high COVID-19 response level and timing of peak daily incidence: An analysis of governments' Stringency Index from 148 countries. *Infectious diseases of poverty*, *10*(1), 1-10.

Ma, Y., Mishra, S. R., Han, X.-K. et Zhu, D.-S. (2021b, 2021/07/05). The relationship between time to a high COVID-19 response level and timing of peak daily incidence: an analysis of governments' Stringency Index from 148 countries. *Infectious diseases of poverty*, *10*(1), 96. https://doi.org/10.1186/s40249-021-00880-x

Mace, R. A., Doorley, J. D., Popok, P. J. et Vranceanu, A. M. (2021, Jan 4). Live Video Adaptations to a Mind-Body Activity Program for Chronic Pain and Cognitive Decline: Protocol for the Virtual Active Brains Study. *JMIR Res Protoc*, *10*(1), e25351. https://doi.org/10.2196/25351

Machado, C. L. F., Pinto, R. S., Brusco, C. M., Cadore, E. L. et Radaelli, R. (2020, Nov). COVID-19 pandemic is an urgent time for older people to practice resistance exercise at home. *Exp Gerontol*, *141*, 111101. https://doi.org/10.1016/j.exger.2020.111101

Machón, M., Mateo-Abad, M., Vrotsou, K. et Vergara, I. (2021). HEALTH STATUS AND LIFESTYLE HABITS OF VULNERABLE, COMMUNITY-DWELLING OLDER PEOPLE DURING THE COVID-19 LOCKDOWN. *J Frailty Aging*, *10*(3), 286-289. https://doi.org/10.14283/jfa.2021.12

Maktouf, W., Durand, S., Beaune, B. et Boyas, S. (2020, Feb 1). Influence of Obesity and Impact of a Physical Activity Program on Postural Control and Functional and Physical Capacities in Institutionalized Older Adults: A Pilot Study. *J Phys Act Health*, *17*(2), 169-176. https://doi.org/10.1123/jpah.2018-0376

Manini, T. M. et Clark, B. C. (2012, Jan). Dynapenia and aging: an update. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, *67*(1), 28-40. https://doi.org/10.1093/gerona/glr010

Marcus, B. H., Nigg, C. R., Riebe, D. et Forsyth, L. H. (2000, Aug). Interactive communication strategies: implications for population-based physical-activity promotion. *Am J Prev Med*, *19*(2), 121-126. https://doi.org/10.1016/s0749-3797(00)00186-0

Martel, D., Lauzé, M., Agnoux, A., Fruteau de Laclos, L., Daoust, R., Émond, M., Sirois, M. J. et Aubertin-Leheudre, M. (2018, Jul 15). 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. *Exp Gerontol*, *108*, 41-47. https://doi.org/10.1016/j.exger.2018.03.016

Mary, A. M., Sharon, L. O., Elizabeth, J. P. et Averell, R. O. (2003). Screening for Falls in Community-Dwelling Elderly. *Journal of Aging and Physical Activity*, *11*(1), 66-80. https://doi.org/10.1123/japa.11.1.66 10.1123/japa.11.1.66

Matos, F. S., Jesus, C. S., Carneiro, J. A. O., Coqueiro, R. D. S., Fernandes, M. H. et Brito, T. A. (2018, Oct). Reduced functional capacity of community-dwelling elderly: a longitudinal study. *Cien Saude Colet*, *23*(10), 3393-3401. https://doi.org/10.1590/1413-812320182310.23382016 (Redução da capacidade funcional de idosos residentes em comunidade: estudo longitudinal.)

McAuley, E., Blissmer, B., Katula, J. et Duncan, T. E. (2000, 2000/05/01). Exercise environment, self-efficacy, and affective responses to acute exercise in older adults. *Psychology & health*, *15*(3), 341-355. https://doi.org/10.1080/08870440008401997

McEwan, D., Rhodes, R. E. et Beauchamp, M. R. (2020). What Happens When the Party is Over?: Sustaining Physical Activity Behaviors after Intervention Cessation. *Behavioral Medicine*, 1-9. https://doi.org/10.1080/08964289.2020.1750335

McKendry, J., Breen, L., Shad, B. J. et Greig, C. A. (2018, Aug). Muscle morphology and performance in master athletes: A systematic review and meta-analyses. *Ageing Res Rev*, *45*, 62-82. https://doi.org/10.1016/j.arr.2018.04.007

Mehra, S., Dadema, T., Kröse, B. J., Visser, B., Engelbert, R. H., Van Den Helder, J. et Weijs, P. J. (2016). Attitudes of Older Adults in a Group-Based Exercise Program Toward a Blended Intervention; A Focus-Group Study. *Front Psychol*, *7*, 1827. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01827

Meldrum, D., Glennon, A., Herdman, S., Murray, D. et McConn-Walsh, R. (2012, May). Virtual reality rehabilitation of balance: assessment of the usability of the Nintendo Wii(®) Fit Plus. *Disabil Rehabil Assist Technol*, *7*(3), 205-210. https://doi.org/10.3109/17483107.2011.616922

Melton, L. J., 3rd, Khosla, S. et Riggs, B. L. (2000, Jan). Epidemiology of sarcopenia. *Mayo Clin Proc*, *75 Suppl*, S10-12; discussion S12-13.

Messier, S. P., Loeser, R. F., Miller, G. D., Morgan, T. M., Rejeski, W. J., Sevick, M. A., Ettinger, W. H., Jr., Pahor, M. et Williamson, J. D. (2004, May). Exercise and dietary weight loss in overweight and obese older adults with knee osteoarthritis: the Arthritis, Diet, and Activity Promotion Trial. *Arthritis Rheum*, *50*(5), 1501-1510. https://doi.org/10.1002/art.20256

Metter, E. J., Conwit, R., Tobin, J. et Fozard, J. L. (1997, Sep). Age-associated loss of power and strength in the upper extremities in women and men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, *52*(5), B267-276. https://doi.org/10.1093/gerona/52a.5.b267

Metter, E. J., Talbot, L. A., Schrager, M. et Conwit, R. A. (2004, Feb). Arm-cranking muscle power and arm isometric muscle strength are independent predictors of all-cause mortality in men. *J Appl Physiol (1985)*, *96*(2), 814-821. https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00370.2003

Meyer, J., Herring, M., McDowell, C., Lansing, J., Brower, C., Schuch, F., Smith, L., Tully, M., Martin, J., Caswell, S., Cortes, N. et Boolani, A. (2020, Dec). Joint prevalence of physical

activity and sitting time during COVID-19 among US adults in April 2020. *Prev Med Rep*, *20*, 101256. https://doi.org/10.1016/j.pmedr.2020.101256

Meyer, J., McDowell, C., Lansing, J., Brower, C., Smith, L., Tully, M. et Herring, M. (2020, Sep 5). Changes in Physical Activity and Sedentary Behavior in Response to COVID-19 and Their Associations with Mental Health in 3052 US Adults. *Int J Environ Res Public Health*, *17*(18). https://doi.org/10.3390/ijerph17186469

Meyer, J., McDowell, C., Lansing, J., Brower, C., Smith, L., Tully, M. et Herring, M. (2020). Erratum: Meyer, J., et al. Changes in Physical Activity and Sedentary Behavior in Response to COVID-19 and Their Associations with Mental Health in 3052 US Adults. Int. J. Environ. Res. Public Health 2020, 17 (18), 6469. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *17*(19), 6949.

Miszko, T. A., Cress, M. E., Slade, J. M., Covey, C. J., Agrawal, S. K. et Doerr, C. E. (2003, Feb). Effect of strength and power training on physical function in community-dwelling older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, *58*(2), 171-175. https://doi.org/10.1093/gerona/58.2.m171

Mitchell, B. L., Smith, A. E., Rowlands, A. V., Fraysse, F., Parfitt, G., Lewis, N. R. et Dollman, J. (2019, Jan). Promoting physical activity in rural Australian adults using an online intervention. *J Sci Med Sport*, *22*(1), 70-75. https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.07.002

Mohr, D. C., Cuijpers, P. et Lehman, K. (2011, Mar 10). Supportive accountability: a model for providing human support to enhance adherence to eHealth interventions. *J Med Internet Res*, *13*(1), e30. https://doi.org/10.2196/jmir.1602

Mönninghoff, A., Kramer, J. N., Hess, A. J., Ismailova, K., Teepe, G. W., Tudor Car, L., Müller-Riemenschneider, F. et Kowatsch, T. (2021, Apr 30). Long-term Effectiveness of mHealth Physical Activity Interventions: Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *J Med Internet Res*, *23*(4), e26699. https://doi.org/10.2196/26699

Moore, M., Warburton, J., O'Halloran, P. D., Shields, N. et Kingsley, M. (2016, Jan). Effective Community-Based Physical Activity Interventions for Older Adults Living in Rural and Regional Areas: A Systematic Review. *J Aging Phys Act*, *24*(1), 158-167. https://doi.org/10.1123/japa.2014-0218

Moreland, J. D., Richardson, J. A., Goldsmith, C. H. et Clase, C. M. (2004, Jul). Muscle weakness and falls in older adults: a systematic review and meta-analysis. *J Am Geriatr Soc*, *52*(7), 1121-1129. https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2004.52310.x

Morin, C. M., Belleville, G., Bélanger, L. et Ivers, H. (2011). The Insomnia Severity Index: psychometric indicators to detect insomnia cases and evaluate treatment response. *Sleep*, *34*(5), 601-608. https://doi.org/10.1093/sleep/34.5.601

Moritani, T. et deVries, H. A. (1979, Jun). Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain. *Am J Phys Med*, *58*(3), 115-130.

Morrison, K. S., Paterson, C. et Toohey, K. (2020, Dec). The Feasibility of Exercise Interventions Delivered via Telehealth for People Affected by Cancer: A Rapid Review of the Literature. *Semin Oncol Nurs*, *36*(6), 151092. https://doi.org/10.1016/j.soncn.2020.151092

Morton, R. W., Colenso-Semple, L. et Phillips, S. M. (2019, 2019/08/01/). Training for strength and hypertrophy: an evidence-based approach. *Current Opinion in Physiology*, *10*, 90-95. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cophys.2019.04.006

Muellmann, S., Buck, C., Voelcker-Rehage, C., Bragina, I., Lippke, S., Meyer, J., Peters, M. et Pischke, C. R. (2019, Sep). Effects of two web-based interventions promoting physical activity among older adults compared to a delayed intervention control group in

Northwestern Germany: Results of the PROMOTE community-based intervention trial. *Prev Med Rep*, *15*, 100958. https://doi.org/10.1016/j.pmedr.2019.100958
Muellmann, S., Forberger, S., Möllers, T., Bröring, E., Zeeb, H. et Pischke, C. R. (2018, Mar). Effectiveness of eHealth interventions for the promotion of physical activity in older adults: A systematic review. *Prev Med*, *108*, 93-110. https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2017.12.026
Mujika, I. et Padilla, S. (2000, 2000/08/01). Detraining: Loss of Training-Induced Physiological and Performance Adaptations. Part I. *Sports Medicine*, *30*(2), 79-87. https://doi.org/10.2165/00007256-200030020-00002
Murray, M. P., Duthie, E. H., Gambert, S. R., Sepic, S. B. et Mollinger, L. A. (1985). Age-Related Differences in Knee Muscle Strength in Normal Women1. *Journal of Gerontology*, *40*(3), 275-280. https://doi.org/10.1093/geronj/40.3.275
Narici, M. V., Monti, E., Franchi, M., Reggiani, C., Toniolo, L., Giacomello, E., Zampieri, S., Simunič, B. et Pisot, R. (2020). Early biomarkers of muscle atrophy and of neuromuscular alterations during 10-day bed rest. *The FASEB Journal*, *34*(S1), 1-1.
Nau, T., Nolan, G. et Smith, B. J. (2019, Jul). Enhancing Engagement With Socially Disadvantaged Older People in Organized Physical Activity Programs. *Int Q Community Health Educ*, *39*(4), 257-267. https://doi.org/10.1177/0272684x18821301
Nelson, M. E., Layne, J. E., Bernstein, M. J., Nuernberger, A., Castaneda, C., Kaliton, D., Hausdorff, J., Judge, J. O., Buchner, D. M., Roubenoff, R. et Fiatarone Singh, M. A. (2004, Feb). The effects of multidimensional home-based exercise on functional performance in elderly people. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, *59*(2), 154-160. https://doi.org/10.1093/gerona/59.2.m154
Nelson, M. E., Rejeski, W. J., Blair, S. N., Duncan, P. W., Judge, J. O., King, A. C., Macera, C. A. et Castaneda-Sceppa, C. (2007, Aug). Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc*, *39*(8), 1435-1445. https://doi.org/10.1249/mss.0b013e3180616aa2
Neuls, P. D., Clark, T. L., Van Heuklon, N. C., Proctor, J. E., Kilker, B. J., Bieber, M. E., Donlan, A. V., Carr-Jules, S. A., Neidel, W. H. et Newton, R. A. (2011). Usefulness of the Berg Balance Scale to Predict Falls in the Elderly. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, *34*(1). https://journals.lww.com/jgpt/Fulltext/2011/01000/Usefulness_of_the_Berg_Balance_Scale_to_Predict.2.aspx
Newkirk, L. A., Kim, J. M., Thompson, J. M., Tinklenberg, J. R., Yesavage, J. A. et Taylor, J. L. (2004, Jun). Validation of a 26-point telephone version of the Mini-Mental State Examination. *J Geriatr Psychiatry Neurol*, *17*(2), 81-87. https://doi.org/10.1177/0891988704264534
Newman, A. B., Kupelian, V., Visser, M., Simonsick, E. M., Goodpaster, B. H., Kritchevsky, S. B., Tylavsky, F. A., Rubin, S. M. et Harris, T. B. (2006, Jan). 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. https://doi.org/10.1093/gerona/61.1.72
Niccoli, T. et Partridge, L. (2012, Sep 11). Ageing as a risk factor for disease. *Curr Biol*, *22*(17), R741-752. https://doi.org/10.1016/j.cub.2012.07.024
Nikolajsen, H., Sandal, L. F., Juhl, C. B., Troelsen, J. et Juul-Kristensen, B. (2021, Jul 9). Barriers to, and Facilitators of, Exercising in Fitness Centres among Adults with and without Physical Disabilities: A Scoping Review. *Int J Environ Res Public Health*, *18*(14). https://doi.org/10.3390/ijerph18147341

Noar, S. M., Benac, C. N. et Harris, M. S. (2007, Jul). Does tailoring matter? Meta-analytic review of tailored print health behavior change interventions. *Psychol Bull*, *133*(4), 673-693. https://doi.org/10.1037/0033-2909.133.4.673

O'Reilly, D., Gaebel, K., Xie, F., Tarride, J. E. et Goeree, R. (2011, Sep). Health economic evaluations help inform payers of the best use of scarce health care resources. *Int J Circumpolar Health*, *70*(4), 417-427.

OMS, O. M. d. l. S. (2004). *A glossary of terms for community health care and services for older persons* : Kobe, Japan : WHO Centre for Health Development.

OMS, O. M. d. l. S. (2008). *The global burden of disease : 2004 update*. Geneva : World Health Organization.

OMS, O. M. d. l. S. (2009). *Global health risks : mortality and burden of disease attributable to selected major risks*. Geneva : World Health Organization.

OMS, O. M. d. l. S. (2010). *Global recommendations on physical activity for health*. World Health Organization.

OMS, O. M. d. l. S. (2014). Physical Inactivity. *Geneva: World Health Organization*.

OMS, O. M. d. l. S. (2020). Coronavirus disease (COVID-19) Pandemic. https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019

OMS, O. M. d. l. S. (2022, 5 October 2022). Physical activity. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity

Onder, G., Pedone, C., Landi, F., Cesari, M., Della Vedova, C., Bernabei, R. et Gambassi, G. (2002, Dec). Adverse drug reactions as cause of hospital admissions: results from the Italian Group of Pharmacoepidemiology in the Elderly (GIFA). *J Am Geriatr Soc*, *50*(12), 1962-1968. https://doi.org/10.1046/j.1532-5415.2002.50607.x

10.1046/j.1532-5415.2002.50607.x.

Onder, G., Penninx, B. W., Ferrucci, L., Fried, L. P., Guralnik, J. M. et Pahor, M. (2005, Jan). Measures of physical performance and risk for progressive and catastrophic disability: results from the Women's Health and Aging Study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, *60*(1), 74-79. https://doi.org/10.1093/gerona/60.1.74

Opdenacker, J., Delecluse, C. et Boen, F. (2011, Sep). A 2-year follow-up of a lifestyle physical activity versus a structured exercise intervention in older adults. *J Am Geriatr Soc*, *59*(9), 1602-1611. https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2011.03551.x

10.1111/j.1532-5415.2011.03551.x. Epub 2011 Aug 24.

Orange, S. T., Marshall, P., Madden, L. A. et Vince, R. V. (2019, Oct). Short-Term Training and Detraining Effects of Supervised vs. Unsupervised Resistance Exercise in Aging Adults. *J Strength Cond Res*, *33*(10), 2733-2742. https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002536

Organization, W. H. (2022, 5 October 2022). Physical activity. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity

Padala, K. P., Padala, P. R., Lensing, S. Y., Dennis, R. A., Bopp, M. M., Roberson, P. K. et Sullivan, D. H. (2017). Home-Based Exercise Program Improves Balance and Fear of Falling in Community-Dwelling Older Adults with Mild Alzheimer's Disease: A Pilot Study. *J Alzheimers Dis*, *59*(2), 565-574. https://doi.org/10.3233/jad-170120

Pagano, A. F., Brioche, T., Arc-Chagnaud, C., Demangel, R., Chopard, A. et Py, G. (2018). Short-term disuse promotes fatty acid infiltration into skeletal muscle. *Journal of cachexia, sarcopenia and muscle*, *9*(2), 335-347.

Pahor, M., Blair, S. N., Espeland, M., Fielding, R., Gill, T. M., Guralnik, J. M., Hadley, E. C., King, A. C., Kritchevsky, S. B., Maraldi, C., Miller, M. E., Newman, A. B., Rejeski, W. J., Romashkan, S. et Studenski, S. (2006, Nov). Effects of a physical activity intervention on

measures of physical performance: Results of the lifestyle interventions and independence for Elders Pilot (LIFE-P) study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, *61*(11), 1157-1165. https://doi.org/10.1093/gerona/61.11.1157

Papadopoulou, S. K., Tsintavis, P., Potsaki, P. et Papandreou, D. (2020). Differences in the Prevalence of Sarcopenia in Community-Dwelling, Nursing Home and Hospitalized Individuals. A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Nutr Health Aging*, *24*(1), 83-90. https://doi.org/10.1007/s12603-019-1267-x

Pate, R. R., O'Neill, J. R. et Lobelo, F. (2008, Oct). The evolving definition of "sedentary". *Exerc Sport Sci Rev*, *36*(4), 173-178. https://doi.org/10.1097/JES.0b013e3181877d1a

Pavasini, R., Guralnik, J., Brown, J. C., di Bari, M., Cesari, M., Landi, F., Vaes, B., Legrand, D., Verghese, J., Wang, C., Stenholm, S., Ferrucci, L., Lai, J. C., Bartes, A. A., Espaulella, J., Ferrer, M., Lim, J. Y., Ensrud, K. E., Cawthon, P., Turusheva, A., Frolova, E., Rolland, Y., Lauwers, V., Corsonello, A., Kirk, G. D., Ferrari, R., Volpato, S. et Campo, G. (2016, Dec 22). Short Physical Performance Battery and all-cause mortality: systematic review and meta-analysis. *BMC Med*, *14*(1), 215. https://doi.org/10.1186/s12916-016-0763-7

Pedersen, M. M., Bodilsen, A. C., Petersen, J., Beyer, N., Andersen, O., Lawson-Smith, L., Kehlet, H. et Bandholm, T. (2013, Mar). Twenty-four-hour mobility during acute hospitalization in older medical patients. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, *68*(3), 331-337. https://doi.org/10.1093/gerona/gls165

Peel, N. M., Kuys, S. S. et Klein, K. (2013). Gait speed as a measure in geriatric assessment in clinical settings: a systematic review. *The Journals of Gerontology: Series A*, *68*(1), 39-46.

Peng, H. T., Tien, C. W., Lin, P. S., Peng, H. Y. et Song, C. Y. (2020). Novel Mat Exergaming to Improve the Physical Performance, Cognitive Function, and Dual-Task Walking and Decrease the Fall Risk of Community-Dwelling Older Adults. *Front Psychol*, *11*, 1620. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01620

Peng, S., Yuan, F., Othman, A. T., Zhou, X., Shen, G. et Liang, J. (2022, Dec 25). The Effectiveness of E-Health Interventions Promoting Physical Activity and Reducing Sedentary Behavior in College Students: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Int J Environ Res Public Health*, *20*(1). https://doi.org/10.3390/ijerph20010318

Peters, D. M., Fritz, S. L. et Krotish, D. E. (2013, Jan-Mar). Assessing the reliability and validity of a shorter walk test compared with the 10-Meter Walk Test for measurements of gait speed in healthy, older adults. *J Geriatr Phys Ther*, *36*(1), 24-30. https://doi.org/10.1519/JPT.0b013e318248e20d

Peterson, M. D., Liu, D., Gordish-Dressman, H., Hubal, M. J., Pistilli, E., Angelopoulos, T. J., Clarkson, P. M., Moyna, N. M., Pescatello, L. S., Seip, R. L., Visich, P. S., Zoeller, R. F., Thompson, P. D., Devaney, J. M., Hoffman, E. P. et Gordon, P. M. (2011, Aug). Adiposity attenuates muscle quality and the adaptive response to resistance exercise in non-obese, healthy adults. *Int J Obes (Lond)*, *35*(8), 1095-1103. https://doi.org/10.1038/ijo.2010.257

Petrella, J. K., Kim, J. S., Tuggle, S. C., Hall, S. R. et Bamman, M. M. (2005, Jan). Age differences in knee extension power, contractile velocity, and fatigability. *J Appl Physiol (1985)*, *98*(1), 211-220. https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00294.2004

Peyrusqué, E., Granet, J., Pageaux, B., Buckinx, F. et Aubertin-Leheudre, M. (2022). Assessing Physical Performance in Older Adults during Isolation or Lockdown Periods: Web-Based Video Conferencing as a Solution. *J Nutr Health Aging*, *26*(1), 52-56. https://doi.org/10.1007/s12603-021-1699-y

Peyrusqué, E., Kergoat, M. J., Bolduc, A., Buckinx, F., Law, C., Veillette, N., Fonseca, R. et Aubertin-Leheudre, M. (2021, Feb 8). Maintenance of Autonomy Through exerCise in

Hospital Setting (MATCH): A Feasibility Study. *J Am Med Dir Assoc*. https://doi.org/10.1016/j.jamda.2020.12.043

Piau, A., Campo, E., Rumeau, P., Vellas, B. et Nourhashemi, F. (2014, 2014/01/01). Aging society and gerontechnology: A solution for an independent living? *The journal of nutrition, health & aging*, *18*(1), 97-112. https://doi.org/10.1007/s12603-013-0356-5

Picorelli, A. M., Pereira, L. S., Pereira, D. S., Felício, D. et Sherrington, C. (2014, Sep). Adherence to exercise programs for older people is influenced by program characteristics and personal factors: a systematic review. *J Physiother*, *60*(3), 151-156. https://doi.org/10.1016/j.jphys.2014.06.012

Pinheiro, M. B., Howard, K., Oliveira, J. S., Kwok, W. S., Tiedemann, A., Wang, B., Taylor, J., Bauman, A. et Sherrington, C. (2023). Cost-effectiveness of physical activity programs and services for older adults: a scoping review. *Age and Ageing*, *52*(3). https://doi.org/10.1093/ageing/afad023

Ploutz-Snyder, L. L., Manini, T., Ploutz-Snyder, R. J. et Wolf, D. A. (2002, Apr). Functionally relevant thresholds of quadriceps femoris strength. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, *57*(4), B144-152. https://doi.org/10.1093/gerona/57.4.b144

Podsiadlo, D. et Richardson, S. (1991, Feb). The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc*, *39*(2), 142-148. https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1991.tb01616.x

Power, M., Quinn, K. et Schmidt, S. (2005, Dec). Development of the WHOQOL-old module. *Qual Life Res*, *14*(10), 2197-2214. https://doi.org/10.1007/s11136-005-7380-9

Rantanen, T., Guralnik, J. M., Foley, D., Masaki, K., Leveille, S., Curb, J. D. et White, L. (1999, Feb 10). Midlife hand grip strength as a predictor of old age disability. *Jama*, *281*(6), 558-560. https://doi.org/10.1001/jama.281.6.558

Ratamess, N. A., Faigenbaum, A. D., Hoffman, J. R. et Kang, J. (2008, Jan). Self-selected resistance training intensity in healthy women: the influence of a personal trainer. *J Strength Cond Res*, *22*(1), 103-111. https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31815f29cc

Rawstorn, J. C., Gant, N., Direito, A., Beckmann, C. et Maddison, R. (2016, Aug 1). Telehealth exercise-based cardiac rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. *Heart*, *102*(15), 1183-1192. https://doi.org/10.1136/heartjnl-2015-308966

Razak, F., Shin, S., Naylor, C. D. et Slutsky, A. S. (2022). Canada's response to the initial 2 years of the COVID-19 pandemic: a comparison with peer countries. *Canadian Medical Association Journal*, *194*(25), E870-E877. https://doi.org/10.1503/cmaj.220316

Rees-Punia, E., Leach, C. R., Westmaas, J. L., Dempsey, L. F., Roberts, A. M., Nocera, J. R. et Patel, A. V. (2022, Apr). Pilot Randomized Controlled Trial of Feasibility, Acceptability, and Preliminary Efficacy of a Web-Based Physical Activity and Sedentary Time Intervention for Survivors of Physical Inactivity-Related Cancers. *Int J Behav Med*, *29*(2), 220-229. https://doi.org/10.1007/s12529-021-09999-5

Reid, K. F., Pasha, E., Doros, G., Clark, D. J., Patten, C., Phillips, E. M., Frontera, W. R. et Fielding, R. A. (2014, Jan). Longitudinal decline of lower extremity muscle power in healthy and mobility-limited older adults: influence of muscle mass, strength, composition, neuromuscular activation and single fiber contractile properties. *Eur J Appl Physiol*, *114*(1), 29-39. https://doi.org/10.1007/s00421-013-2728-2

Rhodes, R. E., Liu, S., Lithopoulos, A., Zhang, C. Q. et Garcia-Barrera, M. A. (2020, Dec). Correlates of Perceived Physical Activity Transitions during the COVID-19 Pandemic among Canadian Adults. *Appl Psychol Health Well Being*, *12*(4), 1157-1182. https://doi.org/10.1111/aphw.12236

Rikli, R. E. et Jones, C. J. (2013, Apr). Development and validation of criterion-referenced clinically relevant fitness standards for maintaining physical independence in later years. *Gerontologist*, *53*(2), 255-267. https://doi.org/10.1093/geront/gns071

Rikli. R, E. et Jones, C. J. (1999). Development and Validation of a Functional Fitness Test for Community-Residing Older Adults. *Journal of Aging and Physical Activity*, *7*(2), 129-161. https://doi.org/10.1123/japa.7.2.129

Robertson, R. J., Goss, F. L., Rutkowski, J., Lenz, B., Dixon, C., Timmer, J., Frazee, K., Dube, J. et Andreacci, J. (2003, Feb). Concurrent validation of the OMNI perceived exertion scale for resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc*, *35*(2), 333-341. https://doi.org/10.1249/01.Mss.0000048831.15016.2a

Roccaforte, W. H., Burke, W. J., Bayer, B. L. et Wengel, S. P. (1992, Jul). Validation of a telephone version of the mini-mental state examination. *J Am Geriatr Soc*, *40*(7), 697-702. https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1992.tb01962.x

Rosenberg, M., Luetke, M., Hensel, D., Kianersi, S., Fu, T.-c. et Herbenick, D. (2020). Depression and loneliness during COVID-19 restrictions in the United States, and their associations with frequency of social and sexual connections. *medRxiv*, 2020.2005.2018.20101840. https://doi.org/10.1101/2020.05.18.20101840

Ross, R., Chaput, J. P., Giangregorio, L. M., Janssen, I., Saunders, T. J., Kho, M. E., Poitras, V. J., Tomasone, J. R., El-Kotob, R., McLaughlin, E. C., Duggan, M., Carrier, J., Carson, V., Chastin, S. F., Latimer-Cheung, A. E., Chulak-Bozzer, T., Faulkner, G., Flood, S. M., Gazendam, M. K., Healy, G. N., Katzmarzyk, P. T., Kennedy, W., Lane, K. N., Lorbergs, A., Maclaren, K., Marr, S., Powell, K. E., Rhodes, R. E., Ross-White, A., Welsh, F., Willumsen, J. et Tremblay, M. S. (2020, Oct). Canadian 24-Hour Movement Guidelines for Adults aged 18-64 years and Adults aged 65 years or older: an integration of physical activity, sedentary behaviour, and sleep. *Appl Physiol Nutr Metab*, *45*(10 (Suppl. 2)), S57-s102. https://doi.org/10.1139/apnm-2020-0467

Rowley, T. W., Lenz, E. K., Swartz, A. M., Miller, N. E., Maeda, H. et Strath, S. J. (2019, Jul). Efficacy of an Individually Tailored, Internet-Mediated Physical Activity Intervention in Older Adults: A Randomized Controlled Trial. *J Appl Gerontol*, *38*(7), 1011-1022. https://doi.org/10.1177/0733464817735396

Russell, D. W. (1996, Feb). UCLA Loneliness Scale (Version 3): reliability, validity, and factor structure. *J Pers Assess*, *66*(1), 20-40. https://doi.org/10.1207/s15327752jpa6601_2

Ryan, R. M. et Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, *55*(1), 68-78. https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.68

Sacco F, G. A. (2012). Pourquoi nous n'aimons pas le sport ? . *Médecine & Hygiène*.

Sagarra-Romero, L., Vicente-Rodríguez, G., Pedrero-Chamizo, R., Vila-Maldonado, S., Gusi, N., Villa-Vicente, J. G., Espino, L., González-Gross, M., Casajús, J. A., Ara, I. et Gómez-Cabello, A. (2019). Is Sitting Time Related with Physical Fitness in Spanishelderly Population? The EXERNET Multicenter Study. *J Nutr Health Aging*, *23*(5), 401-407. https://doi.org/10.1007/s12603-019-1193-y

Saint-Maurice, P. F., Coughlan, D., Kelly, S. P., Keadle, S. K., Cook, M. B., Carlson, S. A., Fulton, J. E. et Matthews, C. E. (2019). Association of Leisure-Time Physical Activity Across the Adult Life Course With All-Cause and Cause-Specific Mortality. *JAMA Network Open*, *2*(3), e190355-e190355. https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2019.0355

Santé-Québec. (2016). Les personnes âgées de 65 ans ou plus : données populationnelles. *Ministère de la Famille du Québec*. https://www.mfa.gouv.qc.ca/fr/aines/chiffres-aines/Pages/personnes-agees-65-plus-donnes.aspx,

Sato, K., Kuroki, K., Saiki, S. et Nagatomi, R. (2015, Jun). Improving Walking, Muscle Strength, and Balance in the Elderly with an Exergame Using Kinect: A Randomized Controlled Trial. *Games Health J*, *4*(3), 161-167. https://doi.org/10.1089/g4h.2014.0057

Sattelmair, J., Pertman, J., Ding, E. L., Kohl, H. W., Haskell, W. et Lee, I.-M. (2011). Dose Response Between Physical Activity and Risk of Coronary Heart Disease. *Circulation*, *124*(7), 789-795. https://doi.org/doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.110.010710

Schneider, K. L., Panza, E., Appelhans, B. M., Whited, M. C., Oleski, J. L. et Pagoto, S. L. (2012). The emotional eating scale. Can a self-report measure predict observed emotional eating? *Appetite*, *58*(2), 563-566. https://doi.org/10.1016/j.appet.2012.01.012

Schulz, D. N., Smit, E. S., Stanczyk, N. E., Kremers, S. P., de Vries, H. et Evers, S. M. (2014, Mar 20). Economic evaluation of a web-based tailored lifestyle intervention for adults: findings regarding cost-effectiveness and cost-utility from a randomized controlled trial. *J Med Internet Res*, *16*(3), e91. https://doi.org/10.2196/jmir.3159

Schutzer, K. A. et Graves, B. S. (2004, 2004/11/01/). Barriers and motivations to exercise in older adults. *Preventive Medicine*, *39*(5), 1056-1061. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2004.04.003

Schwartz, H., Har-Nir, I., Wenhoda, T. et Halperin, I. (2021). Staying physically active during the COVID-19 quarantine: exploring the feasibility of live, online, group training sessions among older adults. *Translational behavioral medicine*, *11*(2), 314-322. https://doi.org/10.1093/tbm/ibaa141

Sculthorpe, N. F., Herbert, P. et Grace, F. (2017, Feb). One session of high-intensity interval training (HIIT) every 5 days, improves muscle power but not static balance in lifelong sedentary ageing men: A randomized controlled trial. *Medicine (Baltimore)*, *96*(6), e6040. https://doi.org/10.1097/md.0000000000006040

Seynnes, O., Fiatarone Singh, M. A., Hue, O., Pras, P., Legros, P. et Bernard, P. L. (2004, May). Physiological and functional responses to low-moderate versus high-intensity progressive resistance training in frail elders. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, *59*(5), 503-509. https://doi.org/10.1093/gerona/59.5.m503

Shephard, R. J. et Aoyagi, Y. (2009, Oct). Seasonal variations in physical activity and implications for human health. *Eur J Appl Physiol*, *107*(3), 251-271. https://doi.org/10.1007/s00421-009-1127-1

Sherrington, C., Lord, S. R., Close, J. C., Barraclough, E., Taylor, M., O'Rourke, S., Kurrle, S., Tiedemann, A., Cumming, R. G. et Herbert, R. D. (2011, Jul). A simple tool predicted probability of falling after aged care inpatient rehabilitation. *J Clin Epidemiol*, *64*(7), 779-786. https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2010.09.015

Short, C. E., Vandelanotte, C. et Duncan, M. J. (2014, Feb 25). Individual characteristics associated with physical activity intervention delivery mode preferences among adults. *The international journal of behavioral nutrition and physical activity*, *11*(1), 25. https://doi.org/10.1186/1479-5868-11-25

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

Sirois, M. J., Émond, M., Ouellet, M. C., Perry, J., Daoust, R., Morin, J., Dionne, C., Camden, S., Moore, L. et Allain-Boulé, N. (2013, Oct). Cumulative incidence of functional decline after

minor injuries in previously independent older Canadian individuals in the emergency department. *J Am Geriatr Soc*, *61*(10), 1661-1668. https://doi.org/10.1111/jgs.12482

Smith, L., Jacob, L., Butler, L., Schuch, F., Barnett, Y., Grabovac, I., Veronese, N., Caperchione, C., Lopez-Sanchez, G. F., Meyer, J., Abufaraj, M., Yakkundi, A., Armstrong, N. et Tully, M. A. (2020). Prevalence and correlates of physical activity in a sample of UK adults observing social distancing during the COVID-19 pandemic. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, *6*(1), e000850. https://doi.org/10.1136/bmjsem-2020-000850

Springer, B. A., Marin, R., Cyhan, T., Roberts, H. et Gill, N. W. (2007). Normative values for the unipedal stance test with eyes open and closed. *J Geriatr Phys Ther*, *30*(1), 8-15. https://doi.org/10.1519/00139143-200704000-00003

Stamatakis, E., Davis, M., Stathi, A. et Hamer, M. (2012, Jan). Associations between multiple indicators of objectively-measured and self-reported sedentary behaviour and cardiometabolic risk in older adults. *Prev Med*, *54*(1), 82-87. https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2011.10.009

10.1016/j.ypmed.2011.10.009. Epub 2011 Oct 25.

Stanmore, E. K., Mavroeidi, A., de Jong, L. D., Skelton, D. A., Sutton, C. J., Benedetto, V., Munford, L. A., Meekes, W., Bell, V. et Todd, C. (2019, Feb 28). The effectiveness and cost-effectiveness of strength and balance Exergames to reduce falls risk for people aged 55 years and older in UK assisted living facilities: a multi-centre, cluster randomised controlled trial. *BMC Med*, *17*(1), 49. https://doi.org/10.1186/s12916-019-1278-9

Steffen, T. M., Hacker, T. A. et Mollinger, L. (2002). Age- and Gender-Related Test Performance in Community-Dwelling Elderly People: Six-Minute Walk Test, Berg Balance Scale, Timed Up & Go Test, and Gait Speeds. *Physical Therapy*, *82*(2), 128-137. https://doi.org/10.1093/ptj/82.2.128

Stel, V. S., Smit, J. H., Pluijm, S. M. et Lips, P. (2004, Jan). Consequences of falling in older men and women and risk factors for health service use and functional decline. *Age Ageing*, *33*(1), 58-65. https://doi.org/10.1093/ageing/afh028

Steptoe, A., Shankar, A., Demakakos, P. et Wardle, J. (2013). Social isolation, loneliness, and all-cause mortality in older men and women. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *110*(15), 5797. https://doi.org/10.1073/pnas.1219686110

Sterina, E., Hermida, A. P., Gerberi, D. J. et Lapid, M. I. (2022, Jan-Feb). Emotional Resilience of Older Adults during COVID-19: A Systematic Review of Studies of Stress and Well-Being. *Clin Gerontol*, *45*(1), 4-19. https://doi.org/10.1080/07317115.2021.1928355

Steves, C. J., Spector, T. D. et Jackson, S. H. (2012, Sep). Ageing, genes, environment and epigenetics: what twin studies tell us now, and in the future. *Age Ageing*, *41*(5), 581-586. https://doi.org/10.1093/ageing/afs097

Studenski, S., Perera, S., Patel, K., Rosano, C., Faulkner, K., Inzitari, M., Brach, J., Chandler, J., Cawthon, P. et Connor, E. B. (2011). Gait speed and survival in older adults. *Jama*, *305*(1), 50-58.

Studenski, S., Perera, S., Patel, K., Rosano, C., Faulkner, K., Inzitari, M., Brach, J., Chandler, J., Cawthon, P., Connor, E. B., Nevitt, M., Visser, M., Kritchevsky, S., Badinelli, S., Harris, T., Newman, A. B., Cauley, J., Ferrucci, L. et Guralnik, J. (2011, Jan 5). Gait speed and survival in older adults. *Jama*, *305*(1), 50-58. https://doi.org/10.1001/jama.2010.1923

Su, Y., Rao, W., Li, M., Caron, G., D'Arcy, C. et Meng, X. (2023, May). Prevalence of loneliness and social isolation among older adults during the COVID-19 pandemic: A systematic review and meta-analysis. *Int Psychogeriatr*, *35*(5), 229-241. https://doi.org/10.1017/s1041610222000199

Suetta, C., Haddock, B., Alcazar, J., Noerst, T., Hansen, O. M., Ludvig, H., Kamper, R. S., Schnohr, P., Prescott, E., Andersen, L. L., Frandsen, U., Aagaard, P., Bülow, J., Hovind, P. et Simonsen, L. (2019, Dec). The Copenhagen Sarcopenia Study: lean mass, strength, power, and physical function in a Danish cohort aged 20-93 years. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*, *10*(6), 1316-1329. https://doi.org/10.1002/jcsm.12477

Sui, W., Rush, J. et Rhodes, R. E. (2022, Mar 8). Engagement With Web-Based Fitness Videos on YouTube and Instagram During the COVID-19 Pandemic: Longitudinal Study. *JMIR Form Res*, *6*(3), e25055. https://doi.org/10.2196/25055

Sun, S., Folarin, A. A., Ranjan, Y., Rashid, Z., Conde, P., Stewart, C., Cummins, N., Matcham, F., Dalla Costa, G. et Simblett, S. (2020). Using smartphones and wearable devices to monitor behavioral changes during COVID-19. *Journal of medical Internet research*, *22*(9), e19992.

Takai, Y., Ohta, M., Akagi, R., Kanehisa, H., Kawakami, Y. et Fukunaga, T. (2009). Sit-to-stand test to evaluate knee extensor muscle size and strength in the elderly: a novel approach. *J Physiol Anthropol*, *28*(3), 123-128. https://doi.org/10.2114/jpa2.28.123

Tanimoto, Y., Watanabe, M., Sun, W., Sugiura, Y., Tsuda, Y., Kimura, M., Hayashida, I., Kusabiraki, T. et Kono, K. (2012, Sep-Oct). Association between sarcopenia and higher-level functional capacity in daily living in community-dwelling elderly subjects in Japan. *Arch Gerontol Geriatr*, *55*(2), e9-13. https://doi.org/10.1016/j.archger.2012.06.015

Tate, D. F., Finkelstein, E. A., Khavjou, O. et Gustafson, A. (2009, Aug). Cost effectiveness of internet interventions: review and recommendations. *Ann Behav Med*, *38*(1), 40-45. https://doi.org/10.1007/s12160-009-9131-6

Teixeira, P. J., Carraça, E. V., Markland, D., Silva, M. N. et Ryan, R. M. (2012, Jun 22). Exercise, physical activity, and self-determination theory: a systematic review. *The international journal of behavioral nutrition and physical activity*, *9*, 78. https://doi.org/10.1186/1479-5868-9-78

Teo, K., Lear, S., Islam, S., Mony, P., Dehghan, M., Li, W., Rosengren, A., Lopez-Jaramillo, P., Diaz, R., Oliveira, G., Miskan, M., Rangarajan, S., Iqbal, R., Ilow, R., Puone, T., Bahonar, A., Gulec, S., Darwish, E. A., Lanas, F., Vijaykumar, K., Rahman, O., Chifamba, J., Hou, Y., Li, N. et Yusuf, S. (2013, Apr 17). Prevalence of a healthy lifestyle among individuals with cardiovascular disease in high-, middle- and low-income countries: The Prospective Urban Rural Epidemiology (PURE) study. *Jama*, *309*(15), 1613-1621. https://doi.org/10.1001/jama.2013.3519

Thomason, D. B. et Booth, F. W. (1990, Jan). Atrophy of the soleus muscle by hindlimb unweighting. *J Appl Physiol (1985)*, *68*(1), 1-12. https://doi.org/10.1152/jappl.1990.68.1.1

Thompson, W. R. (2018, 19 Sep). WHO Study Reinforces Worldwide Pandemic of Physical Inactivity. *American College of Sports Medicine*. https://www.acsm.org/blog-detail/acsm-blog/2018/09/19/who-study-reinforces-worldwide-pandemic-physical-inactivity

Tiedemann, A., Sherrington, C., Paul, S. . (2020). The COVID-19 pandemic presents a unique opportunity to address health inequities in physical activity. *British Journal of Sports Medicine*, *54(20), 1185-1186.* https://doi.org/doi: 10.1136/bjsports-2020-102596

Tinetti, M. E. (1986, Feb). Performance-oriented assessment of mobility problems in elderly patients. *J Am Geriatr Soc*, *34*(2), 119-126. https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1986.tb05480.x

Topolski, T. D., LoGerfo, J., Patrick, D. L., Williams, B., Walwick, J. et Patrick, M. B. (2006). The Rapid Assessment of Physical Activity (RAPA) among older adults. *Preventing chronic disease*, *3*(4), A118-A118. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16978493

https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1779282/
Toraman, N. F., Erman, A. et Agyar, E. (2004, Oct). Effects of multicomponent training on functional fitness in older adults. *J Aging Phys Act*, *12*(4), 538-553. https://doi.org/10.1123/japa.12.4.538
Travison, T. G., Chiu, G. R., McKinlay, J. B. et Araujo, A. B. (2011, Oct). Accounting for racial/ethnic variation in bone mineral content and density: the competing influences of socioeconomic factors, body composition, health and lifestyle, and circulating androgens and estrogens. *Osteoporos Int*, *22*(10), 2645-2654. https://doi.org/10.1007/s00198-010-1520-y
Tremblay, M. S., Aubert, S., Barnes, J. D., Saunders, T. J., Carson, V., Latimer-Cheung, A. E., Chastin, S. F. M., Altenburg, T. M. et Chinapaw, M. J. M. (2017, Jun 10). Sedentary Behavior Research Network (SBRN) - Terminology Consensus Project process and outcome. *The international journal of behavioral nutrition and physical activity*, *14*(1), 75. https://doi.org/10.1186/s12966-017-0525-8
Trinh, L., Arbour-Nicitopoulos, K. P., Sabiston, C. M., Berry, S. R., Loblaw, A., Alibhai, S. M. H., Jones, J. M. et Faulkner, G. E. (2018, Jun 7). RiseTx: testing the feasibility of a web application for reducing sedentary behavior among prostate cancer survivors receiving androgen deprivation therapy. *The international journal of behavioral nutrition and physical activity*, *15*(1), 49. https://doi.org/10.1186/s12966-018-0686-0
Troutman-Jordan, M., O'Brien, T. et Keaton, M. (2021, Oct-Dec). Older Adults' Views and Attitudes on Physical Activity; Reasons to Participate and Abstain. *J Community Health Nurs*, *38*(4), 232-243. https://doi.org/10.1080/07370016.2021.1972247
Tsai, L. L., McNamara, R. J., Moddel, C., Alison, J. A., McKenzie, D. K. et McKeough, Z. J. (2017, May). Home-based telerehabilitation via real-time videoconferencing improves endurance exercise capacity in patients with COPD: The randomized controlled TeleR Study. *Respirology*, *22*(4), 699-707. https://doi.org/10.1111/resp.12966
Tucker, P. et Gilliland, J. (2007, Dec). The effect of season and weather on physical activity: a systematic review. *Public Health*, *121*(12), 909-922. https://doi.org/10.1016/j.puhe.2007.04.009
United-Nations. (2013). *World Population Prospects: The 2010 Revision* (vol. Volume II-Demographic Profiles). UN.
United-Nations. (2019). World Population Ageing. *Department of Economic and Social Affairs, Population Division*.
Unver, B., Baris, R. H., Yuksel, E., Cekmece, S., Kalkan, S. et Karatosun, V. (2017, 2017/12/04). Reliability of 4-meter and 10-meter walk tests after lower extremity surgery. *Disability and Rehabilitation*, *39*(25), 2572-2576. https://doi.org/10.1080/09638288.2016.1236153
Valenzuela, T., Okubo, Y., Woodbury, A., Lord, S. R. et Delbaere, K. (2018, Jan/Mar). Adherence to Technology-Based Exercise Programs in Older Adults: A Systematic Review. *J Geriatr Phys Ther*, *41*(1), 49-61. https://doi.org/10.1519/jpt.0000000000000095
Vandelanotte, C., Duncan, M. J., Kolt, G. S., Caperchione, C. M., Savage, T. N., Van Itallie, A., Oldmeadow, C., Alley, S. J., Tague, R., Maeder, A. J., Rosenkranz, R. R. et Mummery, W. K. (2019, Dec). More real-world trials are needed to establish if web-based physical activity interventions are effective. *Br J Sports Med*, *53*(24), 1553-1554. https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099437
Vandelanotte, C., Spathonis, K. M., Eakin, E. G. et Owen, N. (2007, Jul). Website-delivered physical activity interventions a review of the literature. *Am J Prev Med*, *33*(1), 54-64. https://doi.org/10.1016/j.amepre.2007.02.041

Vasto, S., Scapagnini, G., Bulati, M., Candore, G., Castiglia, L., Colonna-Romano, G., Lio, D., Nuzzo, D., Pellicano, M., Rizzo, C., Ferrara, N. et Caruso, C. (2010, Jan 1). Biomarkes of aging. *Front Biosci (Schol Ed)*, *2*, 392-402. https://doi.org/10.2741/s72

Vasunilashorn, S., Coppin, A. K., Patel, K. V., Lauretani, F., Ferrucci, L., Bandinelli, S. et Guralnik, J. M. (2009, Feb). Use of the Short Physical Performance Battery Score to predict loss of ability to walk 400 meters: analysis from the InCHIANTI study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, *64*(2), 223-229. https://doi.org/10.1093/gerona/gln022

Veenhof, B. e. P. T. (2009). Les activités en ligne des baby-boomers et des aînés canadiens. *Statistique Canada.*, *Tendances sociales canadiennes 88 : 25 à 32.* .

Vetrovsky, T., Steffl, M., Stastny, P. et Tufano, J. J. (2019, Jan). The Efficacy and Safety of Lower-Limb Plyometric Training in Older Adults: A Systematic Review. *Sports Med*, *49*(1), 113-131. https://doi.org/10.1007/s40279-018-1018-x

Vikberg, S., Sörlén, N., Brandén, L., Johansson, J., Nordström, A., Hult, A. et Nordström, P. (2019, Jan). Effects of Resistance Training on Functional Strength and Muscle Mass in 70-Year-Old Individuals With Pre-sarcopenia: A Randomized Controlled Trial. *J Am Med Dir Assoc*, *20*(1), 28-34. https://doi.org/10.1016/j.jamda.2018.09.011

Vitale, J. A., Bonato, M., Borghi, S., Messina, C., Albano, D., Corbetta, S., Sconfienza, L. M. et Banfi, G. (2020, Dec 19). Home-Based Resistance Training for Older Subjects during the COVID-19 Outbreak in Italy: Preliminary Results of a Six-Months RCT. *Int J Environ Res Public Health*, *17*(24). https://doi.org/10.3390/ijerph17249533

Vogler, C. M., Menant, J. C., Sherrington, C., Ogle, S. J. et Lord, S. R. (2012, Oct). Evidence of detraining after 12-week home-based exercise programs designed to reduce fall-risk factors in older people recently discharged from hospital. *Arch Phys Med Rehabil*, *93*(10), 1685-1691. https://doi.org/10.1016/j.apmr.2012.03.033

Welle, S., Thornton, C. et Statt, M. (1995, Mar). Myofibrillar protein synthesis in young and old human subjects after three months of resistance training. *Am J Physiol*, *268*(3 Pt 1), E422-427. https://doi.org/10.1152/ajpendo.1995.268.3.E422

Wen, C. P., Wai, J. P., Tsai, M. K., Yang, Y. C., Cheng, T. Y., Lee, M. C., Chan, H. T., Tsao, C. K., Tsai, S. P. et Wu, X. (2011, Oct 1). Minimum amount of physical activity for reduced mortality and extended life expectancy: a prospective cohort study. *Lancet*, *378*(9798), 1244-1253. https://doi.org/10.1016/s0140-6736(11)60749-6

10.1016/S0140-6736(11)60749-6. Epub 2011 Aug 16.

Wijsman, C. A., Westendorp, R. G., Verhagen, E. A., Catt, M., Slagboom, P. E., de Craen, A. J., Broekhuizen, K., van Mechelen, W., van Heemst, D., van der Ouderaa, F. et Mooijaart, S. P. (2013, Nov 6). Effects of a web-based intervention on physical activity and metabolism in older adults: randomized controlled trial. *J Med Internet Res*, *15*(11), e233. https://doi.org/10.2196/jmir.2843

Wu, R., Delahunt, E., Ditroilo, M., Lowery, M. et De Vito, G. (2016, Jun). Effects of age and sex on neuromuscular-mechanical determinants of muscle strength. *Age (Dordr)*, *38*(3), 57. https://doi.org/10.1007/s11357-016-9921-2

Xue, Q. L., Beamer, B. A., Chaves, P. H., Guralnik, J. M. et Fried, L. P. (2010, Nov). 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. https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2010.03154.x

Yamada, M., Kimura, Y., Ishiyama, D., Otobe, Y., Suzuki, M., Koyama, S., Kikuchi, T., Kusumi, H. et Arai, H. (2020). Effect of the COVID-19 Epidemic on Physical Activity in

Community-Dwelling Older Adults in Japan: A Cross-Sectional Online Survey. *J Nutr Health Aging*, *24*(9), 948-950. https://doi.org/10.1007/s12603-020-1424-2

Yanagawa, N., Shimomitsu, T., Kawanishi, M., Fukunaga, T. et Kanehisa, H. (2016, Jun 27). Relationship between performances of 10-time-repeated sit-to-stand and maximal walking tests in non-disabled older women. *J Physiol Anthropol*, *36*(1), 2. https://doi.org/10.1186/s40101-016-0100-z

Yang, L., Cao, C., Kantor, E. D., Nguyen, L. H., Zheng, X., Park, Y., Giovannucci, E. L., Matthews, C. E., Colditz, G. A. et Cao, Y. (2019, Apr 23). Trends in Sedentary Behavior Among the US Population, 2001-2016. *Jama*, *321*(16), 1587-1597. https://doi.org/10.1001/jama.2019.3636

Youssef, L., Granet, J., Marcangeli, V., Dulac, M., Hajj-Boutros, G., Reynaud, O., Buckinx, F., Gaudreau, P., Morais, J. A., Mauriège, P., Gouspillou, G., Noirez, P. et Aubertin-Leheudre, M. (2022, Jul 20). Clinical and Biological Adaptations in Obese Older Adults Following 12-Weeks of High-Intensity Interval Training or Moderate-Intensity Continuous Training. *Healthcare (Basel)*, *10*(7). https://doi.org/10.3390/healthcare10071346

Zech, A., Drey, M., Freiberger, E., Hentschke, C., Bauer, J. M., Sieber, C. C. et Pfeifer, K. (2012, Nov 7). Residual effects of muscle strength and muscle power training and detraining on physical function in community-dwelling prefrail older adults: a randomized controlled trial. *BMC Geriatr*, *12*, 68. https://doi.org/10.1186/1471-2318-12-68

Zevon, M. A. et Tellegen, A. (1982). The structure of mood change: An idiographic/nomothetic analysis. *Journal of personality and social psychology*, *43*(1), 111-122. https://doi.org/10.1037/0022-3514.43.1.111

Zubala, A., MacGillivray, S., Frost, H., Kroll, T., Skelton, D. A., Gavine, A., Gray, N. M., Toma, M. et Morris, J. (2017). Promotion of physical activity interventions for community dwelling older adults: A systematic review of reviews [Review Systematic Review]. *PLOS ONE*, *12*(7), e0180902. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180902