

Université de Montréal

**Développement et exploration des effets d'une intervention
en activité physique offerte en télésanté pour les adultes
ayant des symptômes persistants d'un traumatisme
craniocérébral léger**

par Christophe Alarie

École de réadaptation
Faculté de Médecine

Thèse présentée
en vue de l'obtention du grade de Philosophae Doctor (Ph. D.)
en Sciences de la réadaptation

21 juin 2022

© Christophe Alarie, 2022

Cette thèse intitulée

**Développement et exploration des effets d'une intervention en activité physique offerte
en télésanté pour les adultes ayant des symptômes persistants d'un traumatisme
craniocérébral léger**

Présentée par

Christophe Alarie

A été évaluée par un jury composé des personnes suivantes

Sabrina Cavallo

Présidente-rapporteuse

Bonnie Swaine

Directrice de recherche

Isabelle Gagnon

Codirectrice de recherche

Isabelle Doré

Membre du jury

Krista Best

Examinatrice externe

Résumé

L'activité physique est de plus en plus utilisée comme moyen d'intervention en réadaptation pour aider à gérer les symptômes persistants des adultes de 18 à 65 ans à la suite d'un traumatisme craniocérébral léger (TCCL). Toutefois, il n'existe pas d'intervention en activité physique destinée à être offerte en modalité de télésanté auprès des adultes qui ont des symptômes persistants de ce traumatisme depuis plus de trois mois et qui reçoivent des services de réadaptation. Cette thèse vise à répondre à ce besoin clinique. Ainsi, elle est structurée autour de deux objectifs distincts. Le premier objectif est de documenter les composantes essentielles des interventions existantes qui utilisent l'activité physique auprès des personnes ayant des symptômes persistants d'un TCCL. Le second objectif est de développer et d'évaluer la faisabilité, la sécurité, l'acceptabilité ainsi que d'explorer les effets sur la santé d'une intervention progressive de marche offerte en télésanté à des adultes ayant des symptômes persistants d'un TCCL. Quatre projets ont été réalisés pour atteindre ces objectifs. Le premier est une revue de la portée des écrits scientifiques et de la littérature grise au sujet des interventions en activité physique pour la réadaptation des personnes ayant subi un TCCL. Le deuxième est une étude transversale utilisant un sondage électronique auprès de professionnels travaillant dans 16 points de service offrant de la réadaptation spécialisée à ses usagers au Québec. Le troisième est une étude qualitative portant sur les perspectives d'experts cliniques et d'usagers d'une intervention en activité physique fournis par un de ces programmes. Les résultats de ces trois premiers projets ont généré les connaissances nécessaires pour informer la conception d'une intervention progressive de marche de huit semaines en télésanté pour cette clientèle. L'évaluation de la faisabilité, de la sécurité, de l'acceptabilité et l'exploration des effets sur la santé de cette nouvelle intervention font l'objet du quatrième projet. Vingt adultes ayant des symptômes persistants d'un TCCL ont participé à ce dernier projet qui utilise un devis mixte parallèle convergent. Puisque les résultats de l'évaluation de la nouvelle intervention en activité physique démontrent qu'elle est faisable, sécuritaire, acceptable et potentiellement bénéfique pour la santé des adultes ayant un TCCL, cette nouvelle intervention prometteuse devrait faire l'objet d'autres études pour déterminer son efficacité. Si elle s'avère efficace, elle pourrait ultimement être implantée en milieux cliniques. Les résultats des projets de cette thèse

représentent un pas important vers une plus grande accessibilité aux services en activité physique pour les adultes avec des symptômes persistants d'un TCCL.

Mots-clés : activité physique, exercice physique, commotion cérébrale, traumatisme craniocérébral léger, TCCL, analyse SWOT, faisabilité, accessibilité, réadaptation, télésanté.

Abstract

Physical activity is increasingly being used as a rehabilitation intervention to help manage persistent symptoms of adults following a mild traumatic brain injury (mTBI). However, there is no physical activity intervention designed to be delivered via telehealth to adults receiving rehabilitation services who have persisting symptoms for more than three months following a mTBI. This thesis aims to address this clinical need. As such, it is structured around two distinct objectives. The first objective is to identify the essential components of existing physical activity interventions for people with persistent symptoms of mTBI. The second objective is to develop and evaluate the feasibility, safety, acceptability and explore the health effects of a progressive walking intervention offered via telehealth to adults with persistent symptoms of mTBI. Four projects were conducted to meet these objectives. The first is a scoping review of the scientific and grey literature on physical activity interventions for the rehabilitation of individuals with mTBI. The second is a cross-sectional study using an electronic survey of professionals working in 16 sites across Quebec offering specialized rehabilitation for people who have suffered an mTBI. The third is a qualitative study of the perspectives of clinical experts and users of a physical activity intervention provided by one of these programs. The results of these first three projects generated the knowledge necessary to inform the development of an eight-week progressive telehealth walking intervention for adults with mTBI symptoms. Evaluating the feasibility, safety, acceptability, and exploring the health effects of this new intervention is the focus of the fourth project. Twenty adults with persistent symptoms of mTBI participated in this latter project, which uses a parallel convergent mixed-method design. Since the results of the evaluation of the new physical activity intervention demonstrate that it is feasible, safe, acceptable, and potentially beneficial to the health of adults with mTBI, this promising new intervention should be further studied to determine its effectiveness. If proven effective, it could ultimately be implemented in clinical settings. The results of the projects within this thesis contribute significantly to increasing accessibility to physical activity services for adults with persistent symptoms of mTBI.

Keywords: physical activity, exercise, concussion, mild traumatic brain injury, mTBI, SWOT analysis, feasibility, accessibility, rehabilitation, telehealth.

Table des matières

RÉSUMÉ	1
ABSTRACT	3
TABLE DES MATIÈRES	4
LISTE DES TABLEAUX	9
LISTE DES FIGURES	11
LISTE DES SIGLES	12
REMERCIEMENTS	16
AVANT-PROPOS	19
CHAPITRE 1 – INTRODUCTION.....	21
1.1 ORGANISATION GÉNÉRALE DE LA THÈSE PAR ARTICLES	23
CHAPITRE 2 – RECENSION DES ÉCRITS	25
2.1 TRAUMATISME CRANIOCÉRÉBRAL LÉGER	25
2.1.1 <i>Survol épidémiologique.....</i>	25
2.1.2 <i>Les symptômes post-commotionnels.....</i>	26
2.1.3 <i>Les symptômes post-commotionnels persistants</i>	26
2.1.4 <i>Interventions pour la gestion des symptômes</i>	29
2.2 L'ACTIVITÉ PHYSIQUE	30
2.2.1 <i>Définitions.....</i>	31
2.2.2 <i>Principaux types.....</i>	31
2.2.3 <i>Bienfaits généraux</i>	32
2.2.4 <i>L'activité physique chez les adultes avec un traumatisme craniocérébral léger</i>	33
2.2.5 <i>Les mécanismes physiologiques de l'activité physique chez l'adulte avec un traumatisme craniocérébral léger.....</i>	37
2.2.5.1 <i>Protéines contribuant au phénomène de neuroplasticité : les BDNF</i>	37
2.2.5.2 <i>L'amélioration des fonctions du système vasculaire cérébral</i>	38
2.2.5.3 <i>L'action anti-inflammatoire</i>	39
2.2.6 <i>Les mécanismes psychologiques de l'activité physique chez l'adulte avec un traumatisme craniocérébral léger.....</i>	41
2.3 ACCESSIBILITÉ LIMITÉE DES INTERVENTIONS EN ACTIVITÉ PHYSIQUE	42

2.3.1	Accessibilité physique	43
2.3.2	Abordabilité	43
2.3.3	Acceptabilité	44
2.4	LA TÉLÉSANTÉ POUR L'ACTIVITÉ PHYSIQUE, UNE SOLUTION POTENTIELLE ?	46
2.4.1	<i>L'activité physique en télésanté auprès des personnes avec un traumatisme craniocérébral léger ...</i>	48
2.5	PERTINENCE ET OBJECTIFS DE LA THÈSE	50
CHAPITRE 3 – MÉTHODOLOGIE		52
3.1	DÉROULEMENT GÉNÉRAL DE LA THÈSE	52
3.2	RÉSUMÉ DES APPROCHES MÉTHODOLOGIQUES.....	53
3.2.1	<i>Projet n° 1 — Synthèse de la littérature grise et scientifique (sous-objectif 1a — article 1)</i>	<i>53</i>
3.2.2	<i>Projet n° 2 — Description des services en activité physique des programmes de réadaptation spécialisés du Québec (sous-objectif 1a — article 2)</i>	<i>54</i>
3.2.3	<i>Projet n° 3 — Analyse des forces, faiblesses, opportunités et menaces d'une intervention en activité physique d'un programme de réadaptation spécialisé (sous-objectif 1b — article 3).....</i>	<i>56</i>
3.2.4	<i>Développement de l'intervention progressive de marche en télésanté</i>	<i>57</i>
3.2.4.1	<i>L'intervention progressive de marche en télésanté</i>	<i>58</i>
3.2.5	<i>Projet n° 4 — Étude de faisabilité et exploration des effets d'une intervention progressive de marche en télésanté pour des adultes ayant des symptômes persistants d'un TCCL (objectif 2 — article 4)</i>	<i>63</i>
3.3	ASSISES THÉORIQUES DE LA THÈSE	70
3.3.1	<i>Le modèle du Processus des connaissances à la pratique.....</i>	<i>70</i>
3.3.2	<i>Le transfert des connaissances</i>	<i>72</i>
3.3.2.1	<i>Exemples d'activités de transfert des connaissances</i>	<i>73</i>
3.3.3	<i>Classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé.....</i>	<i>73</i>
3.3.4	<i>Grille de vérification pour rapporter les interventions en santé et en AP</i>	<i>74</i>
3.3.5	<i>Taxonomie des techniques de changement de comportement</i>	<i>75</i>
3.3.6	<i>Canevas structurant pour la recherche en implantation</i>	<i>76</i>
CHAPITRE 4 – RÉSULTATS		78
4.1	ARTICLE 1 : PHYSICAL ACTIVITY INTERVENTIONS FOR INDIVIDUALS WITH A MILD TRAUMATIC BRAIN INJURY: A SCOPING REVIEW	78
4.1.1	<i>Abstract.....</i>	<i>79</i>
4.1.2	<i>Introduction</i>	<i>80</i>
4.1.3	<i>Methods.....</i>	<i>81</i>
4.1.4	<i>Results.....</i>	<i>85</i>

4.1.5 Discussion	111
4.1.5.1 Limitations	116
4.1.6 Conclusion	116
4.1.7 Reference	117
4.2 ARTICLE 2 : PHYSICAL ACTIVITY INTERVENTIONS IN REHABILITATION PROGRAMS FOR OUTPATIENTS WITH MILD TRAUMATIC BRAIN INJURY	131
4.2.1 Abstract.....	132
4.2.2 Introduction	133
4.2.3 Materials and Methods	134
4.2.4 Results.....	136
4.2.5 Discussion	147
4.2.5.1 Study Limitations and Future Directions	150
4.2.6 Conclusion.....	150
4.2.7 Reference	151
4.3 ARTICLE 3 : SWOT ANALYSIS OF A PHYSICAL ACTIVITY INTERVENTION DELIVERED TO OUTPATIENT ADULTS WITH A MILD TRAUMATIC BRAIN INJURY	156
4.3.1 Abstract.....	157
4.3.2 Introduction	158
4.3.3 Material and methods	159
4.3.4 Results.....	163
4.3.5 Discussion	175
4.3.5.1 Recommendations.....	177
4.3.5.2 Study Limitations	179
4.3.6 Conclusions	179
4.3.7 References.....	180
4.4 ARTICLE 4 : A REMOTELY DELIVERED PROGRESSIVE WALKING INTERVENTION FOR ADULTS WITH PERSISTENT SYMPTOMS OF A MILD TRAUMATIC BRAIN INJURY: FEASIBILITY AND EXPLORATION OF ITS IMPACT	187
4.4.1 Abstract.....	188
4.4.2 Introduction	190
4.4.3 Materials and Methods	191
4.4.4 Results.....	200
4.4.5 Discussion	213
4.4.5.1 Clinical implications.....	215
4.4.5.1 Limitation and future directions.....	217
4.4.6 Conclusion.....	218

4.4.7	References.....	219
CHAPITRE 5 – DISCUSSION		231
5.1	RETOUR SUR LES PRINCIPAUX RÉSULTATS DE LA THÈSE	231
5.2	PRINCIPAUX CONSTATS	234
5.2.1	<i>Un grand nombre de façons d’offrir de l’AP</i>	234
5.2.2	<i>Des mesures et des objectifs distincts entre la recherche et la clinique.....</i>	234
5.2.3	<i>L’activité physique agit sur un grand nombre de dimensions de la santé</i>	235
5.3	APPORTS DE LA THÈSE AU DOMAINE DE LA RÉADAPTATION	236
5.3.1	<i>Démonstration de la faisabilité, de la sécurité et de l’acceptabilité d’une nouvelle intervention de marche.....</i>	236
5.3.2	<i>Développement d’une nouvelle approche pour gérer les symptômes post-commotionnels persistants</i>	237
5.3.3	<i>Faisabilité d’inclure des mesures couvrant un grand nombre de dimensions de la santé</i>	237
5.3.4	<i>Expérience de la pratique d’activité physique chez les adultes avec un traumatisme craniocérébral léger.....</i>	238
5.3.5	<i>Un apport important du transfert des connaissances intégré pour le développement d’intervention en AP.....</i>	238
5.3.5.1	<i>Apport des experts cliniques au développement de l’intervention de marche</i>	239
5.3.5.2	<i>Apport des adultes ayant des symptômes persistants d’un traumatisme craniocérébral léger au développement de l’intervention de marche.....</i>	240
5.3.6	<i>Implications cliniques.....</i>	240
5.4	LIMITES MÉTHODOLOGIQUES DE LA THÈSE.....	243
5.5	AVENUES DE RECHERCHES FUTURES	247
CHAPITRE 6 – CONCLUSION.....		249
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....		251
ANNEXES.....		281
ANNEXE 1	: CHARACTERISTICS AND OUTCOMES OF PHYSICAL ACTIVITY INTERVENTIONS FOR INDIVIDUALS WITH MILD TRAUMATIC BRAIN INJURY: A SCOPING REVIEW PROTOCOL (PROJET N° 1).....	281
ANNEXE 2	: DÉCISION DU COMITÉ D’ÉTHIQUE DE LA RECHERCHE DU CRIR (PROJET N° 2).....	294
ANNEXE 3	: SONDAGE PROVINCIAL SUR L’UTILISATION DE L’ACTIVITÉ PHYSIQUE EN RÉADAPTATION DES TRAUMATISMES CRANIOCÉRÉBRAUX LÉGERS (PROJET N° 2).....	295
ANNEXE 4	: CERTIFICAT DU COMITÉ D’ÉTHIQUE DE LA RECHERCHE DU CRIR (PROJET N° 3)	303
ANNEXE 5	: FORMULAIRE D’INFORMATION ET DE CONSENTEMENT (PROJET N° 3)	304

ANNEXE 6 : GUIDES D'ENTRETIENS POUR LES USAGERS (PROJET N° 3)	313
ANNEXE 7 : GUIDES D'ENTRETIENS POUR LES CLINIENS (PROJET N° 3)	319
ANNEXE 8 : CERTIFICAT DU COMITÉ D'ÉTHIQUE DE LA RECHERCHE DU CRIR (PROJET N° 4)	321
ANNEXE 9 : FORMULAIRE D'INFORMATION ET DE CONSENTEMENT (PROJET N° 4)	324
ANNEXE 10 : QUESTIONNAIRE DE RENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX (PROJET N° 4)	338
ANNEXE 11 : QUESTIONNAIRE SUR L'APTITUDE À L'ACTIVITÉ PHYSIQUE POUR TOUS (PROJET N° 4)	341
ANNEXE 12 : QUESTIONNAIRE RIVERMEAD SUR LES SYMPTÔMES DU SYNDROME POST-COMMOTIONNEL (RPQ; PROJET N° 4) ..	342
ANNEXE 13 : ÉCHELLE DE KINÉSIOPHOBIE DE TAMPA (TSK; PROJET N° 4)	343
ANNEXE 14 : LE QUESTIONNAIRE D'ANXIÉTÉ ET DE DÉPRESSION EN MILIEU HOSPITALIER (HADS; PROJET N° 4)	344
ANNEXE 15 : ÉCHELLE DE QUALITÉ DE VIE APRÈS UN TRAUMATISME CRANIOCÉRÉBRAL (QOLIBRI; PROJET N° 4)	345
ANNEXE 16 : INDEX DE QUALITÉ DU SOMMEIL DE PITTSBURGH (PSQI; PROJET N° 4)	347
ANNEXE 17 : INVENTAIRE MULTIDIMENSIONNEL DE LA FATIGUE (IMF; PROJET N° 4)	350
ANNEXE 18 : INVENTAIRE MULTIDIMENSIONNEL DE LA FATIGUE (PROJET N° 4)	351
ANNEXE 19 : GUIDE D'ENTRETIEN (PROJET N° 4)	353

Liste des tableaux

Chapitre 3 – Méthodologie

Tableau 1 : Caractéristiques et origine des caractéristiques de l'intervention de marche progressive en télésanté de huit semaines	59
Tableau 2 : Dimension de la santé, outil de mesure utilisé dans le cadre du projet 4 ainsi que leur propriété métrologique	67

Chapitre 4 – Résultats

Article 1

Table 1: Detailed description of articles reporting physical activity interventions, participant characteristics, parameters of dosage of aerobic exercise and reported effectiveness (n=35).....	88
Table 2: Synthesis of physical activity interventions, dosage parameters and reported effectiveness (n=35).....	98
Table 3: Frequency of reporting of characteristics of physical activity interventions in the 35 articles categorized according to items of the Consensus on Exercise Reporting Template checklist (CERT) and key messages for clinical intervention development or improvement	103
Table 4: Health-related outcomes measured (n=77), reported effectiveness and number of measurement tools from selected studies (n=35) classified according to the International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF).....	109
Supplemental digital content 1: Frequency and percentage of items from Consensus of Exercise Reporting Template checklist (CERT) reported in 35 articles	126
Supplemental digital content 2: Outcome measures (n=59) used in the 35 articles categorized according to the International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF)	128

Article 2

Table 1: Characteristics of responding rehabilitation sites delivering physical activity interventions (n=16).....	138
Table 2: Description of physical activity interventions of responding rehabilitation sites (n=16), required resources, activities, and targeted goals	140
Table 3: Detailed description of exercise dosage parameters of physical activity interventions of rehabilitation sites (n=16) and adherence measurement strategies and tools	144
Supplemental file 1: Detailed list of material resources needed.....	155

Article 3

Table 1: Demographic information of program users (n=5)	163
Table 2: Overarching categories emerging from strengths, weaknesses, opportunities, and threats perceived by service providers and users of the TBI specialized program (n=14).....	165

Article 4

Table 1: Demographic characteristics of participants receiving the telehealth progressive walking intervention (n=20).....	201
Table 2: Feasibility measures of the telehealth progressive walking intervention (n=20)	203
Table 3: Participants’ recommendations and excerpts to improve the remotely delivered interventions (n=19).....	206
Table 4: Descriptive statistics, paired sample <i>t</i> -test and effect size of steps walked, walk frequencies and duration, and perceived effort of the telehealth progressive walking intervention (n=20).....	209
Table 5: Descriptive statistics, paired sample <i>t</i> -test and effect size of post-concussion symptoms, kinesiophobia, mood, sleep, fatigue, and health-related quality of life exploratory health-related outcomes (n=20)	211
Supplementary material 1: Characteristics of the remote progressive walking intervention using the Consensus on Exercise Reporting Template (CERT) checklist	226
Supplementary material 2: Progressive walking intervention in a telehealth setting for adults experiencing persistent symptoms of a mTBI satisfaction questionnaire.....	230

Liste des figures

Chapitre 3 – Méthodologie

- Figure 1 : Représentation conceptuelle des projets de la thèse, du développement de l'intervention de marche en télésanté et les articles associés aux projets52
- Figure 2 : Processus de collecte de données pour évaluer la faisabilité de l'intervention progressive de marche en télésanté64
- Figure 3 : Processus des connaissances à la pratique modifié et situation des projets n° 1-4 de la thèse (modèle des processus des connaissances à la pratique inspiré de Graham et al., 2006)71

Chapitre 4 – Résultats

Article 1

- Figure 1: PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) flow diagram.....86
- Figure 2: Frequency of reporting of the Consensus on Exercise Reporting Template checklist (CERT) items in the 35 articles.....113
- Figure 3: Effects of physical activity interventions on outcome domains classified according to the International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF)114

Article 4

- Figure 1: CONSORT diagram of the flow of participants in the study193

Liste des sigles

AP : Activité physique

BPM : *beats per minute*, ou pulsations par minute

CCSMTL : Centre intégré universitaire de santé et services sociaux du Centre-Sud-de-l'Île-de-Montréal

CERT : *Consensus on Exercise Reporting Template*, ou Canevas du consensus sur le rapport des interventions d'exercices physiques

CI : *Confidence Interval*, ou Intervalle de confiance

CIF : Classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé

CIUSSS : Centre intégré universitaire de santé et services sociaux

CFIR : *Consolidated Framework for Implementation Research*

CPGs : *Clinical practice guidelines*, ou guides de pratique clinique

DI-TSA-DP : Déficience intellectuelle, trouble du spectre de l'autisme et déficience physique

FFOM : Force, faiblesse, opportunité, menace

FON : Fondation ontarienne de neurotraumatologie

GXT : *Graded exertion testing*, ou Test d'effort physique graduel

HADS : *Hospital Anxiety and Depression Scale*, ou Échelle HAD

HR : *Heart-Rate*, ou Rythme cardiaque

HRR : *Heart-Rate Reserve*, ou Réserve de la fréquence cardiaque

ICF : *International Classification of Functioning, Disability and Health*, ou Classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé

INESSS : Institut National d'Excellence en Santé et en Services Sociaux

IRSC : Instituts de recherche en santé du Canada

MFI : *Multidimensional Fatigue Inventory*, ou Inventaire multidimensionnel de la fatigue

MSSS : Ministère de la Santé et des Services Sociaux

mTBI : *Mild traumatic brain injury*, ou Traumatisme craniocérébral léger

N/A : *Not applicable*, ou Non applicable

NR : *Not reported*, ou Non rapporté

OMS : Organisation mondiale de la Santé

ONF : *Ontario Neurotrauma Foundation*, ou Fondation ontarienne de neurotraumatologie

PA : *Physical activity*, ou Activité physique

PCS : *Post-concussion symptoms*, Symptômes post-commotionnels

PRISMA : *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*

PSQI : *Pittsburg Sleep Quality Index*, ou Index de qualité du sommeil de Pittsburgh

Q-AAP+ : Questionnaire d'aptitudes à la pratique d'activité physique

QOLIBRI : *Quality of Life after Brain Injury*, ou Échelle de qualité de vie après un traumatisme crânien

RCT : *Randomized controlled trial*, ou Essai contrôlé randomisé

RPE : *Rating of Perceived Effort*, ou Échelle de la perception de l'effort

SWOT : *Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats*, ou Forces, Faiblesses, Opportunités, Menaces

SD : *Standard Deviation*, ou Écart type

Sx : *Symptoms*, ou Sympômes

TBI : *Traumatic brain injury*, ou Traumatisme craniocérébral

TCC : Traumatisme craniocérébral

TCCL : Traumatisme craniocérébral léger

TIDieR : *Template for Intervention Description and Replication checklist*

TSI : *Time since injury*, ou Temps depuis la blessure

TSK-17 : *Tampa Kinesiophobia Scale*, ou Échelle de kinésiophobie de Tampa

VA/DoD : *Department of Veterans Affairs & Department of Defense*

WHO : *World Health Organization*, ou Organisation mondiale de la Santé

*À ma chère maman, Diane, qui m'a insufflé très tôt
la soif d'apprendre et l'amour de l'autre
Je t'aime*

Remerciements

Cette thèse représente le fruit de plus de cinq années dédiées à l'apprentissage de nouvelles compétences, la découverte de connaissances inédites et l'amélioration des pratiques en réadaptation. Je remercie les nombreuses personnes qui m'ont aidé, influencé, supporté, écouté, et encouragé à compléter ce parcours académique. Sans vous, ce parcours aurait été potentiellement impossible, moins édifiant et surtout, moins agréable.

Les premiers remerciements vont à Bonnie Swaine. Tu as été une directrice exceptionnelle du début à la fin de ce parcours. Ton énergie, ta vision stratégique, ta résilience et ta bienveillance ont été cruciales pour me permettre de me développer comme personne et de mener à bien les travaux de ma thèse. Toute ma vie, je te serais reconnaissant de m'avoir fait confiance et d'avoir eu l'opportunité d'apprendre à tes côtés.

Ensuite, il faut que je souligne le travail exemplaire de codirection d'Isabelle Gagnon qui m'a assisté dans toute cette aventure. Ta grande expertise, tes diverses connexions ainsi que ton labo dynamique ont vraiment contribué à enrichir mon parcours. J'en profite pour remercier les gens du labo, Laurie-Ann, Adrienne, Eda, Liz, Julien, Nathalie sans qui aller au MUHC aurait été pénible ! A special mention to Liz Teel, a brilliant scientist with a bright future, which became a great friend, co-worker, mentor and the best remote workout partner! Thanks for all the birthday cakes and the time spent together!

En parlant d'ami(e)s, merci à Alexandra qui a été une précieuse alliée à partir de la deuxième moitié de ma thèse. Nos nombreuses discussions sur Teams et les bières pas trop légales pendant et après la pandémie ont été des ingrédients essentiels qui m'ont permis de rester productif et de bonne humeur. Un autre grand merci pour les corrections de ce document !

Merci aussi à tous mes amis de l'IU, de l'UdeM et du CRIR. Je pense ici à mes collègues Enrico, Bernat, Charlotte, Evelina, Florence, Isabelle, Louis-Pierre, Jacqueline, Carole et j'en passe. Nous devons continuer à nous voir pour prendre des cafés, boire des bières, pêcher (Bernat) ou goûter à de nouveaux cigares (Enrico) ! Je te remercie Charlotte, neuropsychologue belge, pour la révision linguistique des passages les plus ardues de cette thèse !

Merci aux anciennes étudiantes de Bonnie, Alida, Marie-Ève, Chantal, Frédérique, Brigitte et Yvonne. Quel beau et bon réseau de support ! En espérant continuer à vous revoir dans les années à venir !

Merci, Charles Beaupré, pour l'amitié forgée au travers des discussions, du camping sauvage, des bières, des whiskeys et des journées et soirées de jeu !

Merci aux autres personnes qui ont été déterminantes pour m'aider à transitionner des études supérieures en kinésiologie à celles du domaine de la réadaptation. Merci à Me François Nantel, Me Simon Nadeau, Stéphanie Gravel, Katy Miron et à toutes les autres personnes de m'avoir généreusement aidé à continuer à me réaliser au niveau professionnel.

Les projets de cette thèse n'auraient pas été possibles sans les nombreuses personnes qui ont donné généreusement de leur temps pour faire avancer les connaissances et les pratiques en réadaptation. Ainsi, je remercie Pierre, Josée, Geneviève, Manh-Tien (MT), Louise et Julie qui travaillent auprès des adultes avec un TCCL au sein du programme TCC du CCSMTL. Je remercie aussi Elaine de Guise et Michelle McKerral pour votre grande capacité d'adaptation et votre aide pour la création et l'évaluation de l'intervention de marche pour adultes qui ont subi un TCCL. Ce fut un plaisir de travailler avec vous. Bien évidemment, il faut aussi que je remercie l'ensemble des étudiants et étudiantes, incluant Nicolas, Béatrice, Marietta, Cassandre, Lily, qui m'ont aidé à réaliser les projets inclus dans cette thèse.

Un très grand merci aux équipes de l'IURDPM et du CRIR qui se dévouent pour que les étudiants de même que les chercheurs puissent avoir une expérience agréable au CCSMTL. Manon, nos discussions de corridors et dans ton cadre de porte vont me manquer. Merci à Chantal, Brigitte, et Spy qui ont rendu mes implications au CRIR des plus agréables.

Merci aux personnes qui travaillent à l'université de Montréal qui a enrichi mon expérience au troisième cycle. Merci aux deux membres de mon comité de marrainage, Paula Rushton et Annie Rochette, qui m'ont guidé avec bienveillance durant ma thèse. Merci aussi à Johanne Filiatrault, Julie Masse, Jacqueline Rousseau et Mathieu Bujold de m'avoir fait confiance et de m'avoir offert de nombreuses opportunités professionnelles à l'UdeM. En ce sens, un grand merci au personnel des Fondations RÉA et LRH, de la fondation Edith Strauss,

de l'École de réadaptation, du CRIR, de l'UdeM et des FRQS qui ont soutenu financièrement mes travaux.

Merci à mes proches qui m'ont supporté inconditionnellement pendant cette thèse. Merci à ma mère Diane, pour nos longues conversations de soirées sur tous les sujets possibles et imaginables. Merci à mon père Marco de m'avoir tant aidé à mettre en œuvre chacun de mes projets, incluant cette thèse. Merci à mes frères et à ma sœur pour tous les bons moments partagés durant les dernières années. Merci à Line qui a un don inouï de transformer les espaces de vie pour qu'ils soient sublimes et saisissants. Merci à Marie-David pour la dernière relecture du français ! Un énorme merci à Thomas et Pamphile pour leur écoute active quotidienne.

Finalement, le plus grand remerciement va à Sarah-Kim, sans qui ce parcours aurait été réellement impossible. J'ai peu de mots pour exprimer l'ampleur de ma reconnaissance envers ton support indéfectible des dernières années. Merci de croire en moi, je t'aime.

Avant-propos

En 2003, l'École secondaire De Rochebelle à Québec a ouvert le premier programme de football de son histoire aux élèves des trois premières années du secondaire. Intéressé par cette possibilité de rejoindre cette nouvelle équipe, j'ai participé aux sélections et j'ai été rapidement séduit par ce sport qui valorisait les prouesses physiques, la prise de décision rapide, ainsi que l'esprit d'équipe. C'est dans cette première équipe que j'ai pu me développer en tant qu'étudiant-athlète.

Au secondaire, au CÉGEP puis à l'université, les coups accidentels et intentionnels à la tête ont fait partie de mon quotidien. Durant ces années, j'ai donné et reçu un très grand nombre de coups à la tête pendant les séances d'entraînement et les parties. Ces impacts ont souvent causé des maux de tête, de la difficulté à me concentrer ou des humeurs variables dans les heures et les jours subséquents. À l'époque, je ne savais pas que ces impacts à la tête et les symptômes subséquents étaient des signes s'apparentant à ceux d'une commotion cérébrale. Je pensais même qu'il était normal de voir des étoiles après des chocs violents donnés ou reçus. De toute évidence, je me souciais peu des conséquences de ces coups et je refusais de penser que j'aurais pu faire une commotion cérébrale. Les entraîneurs, les joueurs ainsi que moi-même percevions les commotions de façon négative et subir cette blessure était même considéré comme étant un signe de faiblesse.

Un an après avoir commencé mon baccalauréat en kinésiologie, j'ai fait trois commotions cérébrales à l'intérieur d'une période de six semaines. Comme les symptômes ne se sont pas résorbés durant les semaines et les mois qui ont suivi, j'ai dû interrompre mes études et j'ai arrêté de jouer au football parce que j'étais craintif à l'idée de faire une autre commotion cérébrale. Durant les mois qui ont suivi, les symptômes ont persisté au point où j'ai eu besoin d'assistance médicale et d'aide psychologique professionnel. Ma psychothérapeute, voyant qu'il était important pour moi de faire de l'activité physique, m'a encouragé à trouver des façons de bouger dans mon quotidien, ce qui était un peu à l'inverse des recommandations des spécialistes de l'époque. J'ai donc commencé à marcher tous les jours dans le quartier où je résidais. Au début, seulement quelques minutes étaient possibles, mais peu à peu j'ai été capable

de marcher plus longtemps jusqu'à pouvoir facilement marcher deux heures par jour. Après une pause de plus de neuf mois, j'ai repris la route vers les bancs d'école avec un nouvel objectif en tête : utiliser l'activité physique pour aider d'autres personnes ayant subi une commotion cérébrale.

Les travaux fondamentaux d'Isabelle Gagnon et ceux de John Leddy publiés entre 2009 et 2011 ont généré les premières pistes d'évidences suggérant que l'activité physique pouvait aider les personnes ayant des symptômes de commotions cérébrales à mieux récupérer. À partir de ces approches, j'ai offert des services en kinésiologie à des personnes de tous âges avec cette blessure. La majorité de ma clientèle était des adultes qui rencontraient des difficultés à se remettre de leur traumatisme. J'ai observé qu'une proportion importante adorait recommencer à faire de l'activité physique et qu'ils se sentaient progressivement mieux au fil des semaines. Pour d'autres, c'était plus difficile. Il devenait donc important d'adapter les activités proposées selon leurs besoins, leurs préférences et leurs capacités. Bien que les connaissances issues de la recherche au sujet de l'activité physique et des commotions cérébrales s'accumulaient pour démontrer son efficacité auprès des enfants, des adolescents et des athlètes, j'ai remarqué qu'il y avait peu d'études pour les adultes à qui j'offrais le plus fréquemment des services.

Cette réalisation m'a mené à vouloir développer une plus grande expertise auprès de cette clientèle et à repousser les frontières de ce que l'on savait à propos de l'utilisation de l'activité physique comme approche thérapeutique. C'est alors que j'ai contacté Bonnie Swaine pour qu'elle m'aide à mettre en œuvre mon projet de créer et d'évaluer une intervention en activité physique adaptée pour les adultes ayant des symptômes persistants d'une commotion cérébrale. Les travaux compris dans cette thèse sont donc le fruit d'une motivation prenant source dans mon expérience personnelle avec les commotions cérébrales, dans les besoins cliniques vécus en tant que kinésiologue dans le domaine de la réadaptation ainsi que dans les besoins d'avancées scientifiques dans le domaine. J'ai espoir que les travaux de cette thèse pourront contribuer à bonifier la prise en charge d'adultes ayant subi une commotion cérébrale, à optimiser les pratiques de cliniciens de différentes disciplines qui œuvrent en réadaptation ainsi qu'à faire avancer les connaissances scientifiques.

Chapitre 1 – Introduction

Jusqu'à tout récemment, il était courant de recommander aux enfants comme aux adultes qui ont subi un traumatisme craniocérébral léger (TCCL), communément appelé commotion cérébrale, de se reposer jusqu'à ce que les symptômes aient disparu. Le repos suggéré pouvait être assez strict. En effet, il était d'avis d'éviter les stimulations physiques (lumière vive, bruits, efforts physiques) et intellectuelles (lecture, télévision, discussions) jusqu'au moment où la personne ne percevait plus les symptômes de commotion cérébrale (McCroory et al., 2005; McCroory et al., 2009, Silverberg et Iverson, 2013). Les retours aux activités physiques et aux sports devaient ensuite commencer seulement au moment où il n'y avait plus de symptôme ressenti au repos et lors d'efforts cognitifs. Demander à une personne de se reposer totalement jusqu'à ce qu'elle se sente mieux peut sembler intuitif, mais peu d'évidences scientifiques soutiennent ces recommandations. Le repos et l'évitement des activités « excessives », suggérés durant la période après la blessure, étaient basés sur la crainte d'exacerber la pathophysiologie du TCCL, de prolonger la récupération ainsi que de faire vivre plus de symptômes de haute intensité (Silverberg et Iverson, 2013). Encore aujourd'hui, ces croyances sont partagées par les personnes qui ont subi un TCCL de même que par certains cliniciens qui continuent de recommander beaucoup de repos à ces personnes.

La prolongation du repos a été remise en question par des scientifiques qui ont souhaité trouver de nouvelles approches afin de traiter les symptômes des TCCL. Cette avenue de recherche a amorcé une redéfinition du rôle de l'activité physique¹, ainsi que du repos, au sein de la prise en charge des commotions cérébrales. Depuis peu (2013-2018), les guides de pratique clinique ainsi que le consensus d'experts sur les commotions cérébrales dans le sport recommandent de reprendre les activités physiques et cognitives de manière progressive après 24 à 48 heures de repos suivant la blessure (Eapen e al., 2022; Fondation ontarienne de neurotraumatologie [FON], 2018; McCroory et al., 2017). Pour ceux dont les symptômes persévèrent, les guides recommandent d'intégrer de l'activité physique pour favoriser la gestion des symptômes et leur

¹ Le terme « activité physique » est défini à la page 31

retour aux activités normales (Lal et al. 2018, Langevin et al., 2020; Quatman-Yates et al., 2016).

Au moment d’amorcer les travaux de thèse en 2017, les guides de pratique clinique ainsi que le consensus d’experts donnent peu d’informations quant à la façon de recommencer les activités physiques après la période initiale de repos, de même que lorsque les symptômes persistent. Prenons l’exemple du plus récent guide de pratique clinique pour les adultes qui vivent avec des symptômes persistants de la Fondation ontarienne de neurotraumatologie (FON, 2018). Les consignes les plus précises qu’on y retrouve à propos de l’activité physique consistent à recommander aux adultes d’effectuer de l’exercice physique² de façon supervisée à une intensité légère et qui ne doit pas provoquer une augmentation des symptômes persistants du TCCL. Or, ces informations offrent peu de soutien aux cliniciens à propos des manières dont l’activité physique doit être offerte, paramétrée, ajustée ou adaptée pour les adultes ayant des symptômes persistants. De plus, les guides de pratique disponibles ne proposent pas de solution pour offrir de l’activité physique aux adultes qui vivent des enjeux d’accessibilité. Ainsi, les personnes qui résident dans des milieux ruraux, éloignées des centres de réadaptation fournisseurs de services spécialisés pour les personnes ayant subi un TCCL, sont à risque de ne pas recevoir de services en matière d’activité physique. Ce manque de consignes claires contribue au risque d’utiliser peu l’activité physique auprès d’adultes ayant des symptômes persistants d’un TCCL.

Face à ce problème, plusieurs questions peuvent être soulevées sur les façons mêmes dont les interventions en activité physique sont étudiées et rapportées dans la littérature scientifique. Par exemple, est-ce que toutes les caractéristiques importantes des interventions en activité physique se retrouvent dans les études scientifiques ? De même, nous pouvons nous questionner à propos de l’utilisation actuelle de l’activité physique dans les milieux de réadaptation québécois qui fournissent des services à cette population. Est-ce que certains experts cliniques utilisent l’activité physique et ont développé des méthodes et approches qui mériteraient d’être documentées ou évaluées ? Comment une intervention en activité physique est-elle offerte dans

² Le terme « exercice physique » est défini à la page 31

les services de réadaptation et que sont les composantes clefs pour son fonctionnement ? Ou encore, est-ce qu'il y a un besoin de développer une approche innovante et structurée en activité physique qui pourrait être offerte à des adultes ayant subi un TCCL qui vivent avec des difficultés d'accessibilités aux services spécialisés de réadaptation ? Cette thèse qui s'inscrit dans le champ de recherche de l'activité physique comme intervention en réadaptation pour les adultes ayant subi un TCCL vise à répondre rigoureusement et systématiquement à ces questions.

1.1 Organisation générale de la thèse par articles

Les lignes suivantes décrivent l'organisation des chapitres 2 à 6, soit la recension des écrits, la méthodologie, les résultats, la discussion et la conclusion.

Le chapitre 2 contient une recension des écrits divisée en quatre sections : 1. Traumatisme craniocérébral léger, 2. L'activité physique, 3. Accessibilité limitée des interventions en activité physique, et 4. La télésanté pour l'activité physique, une solution potentielle. Une section sur la pertinence et les objectifs de la thèse clôt ce chapitre.

Le chapitre 3 traite de la méthodologie générale de la thèse. Ce chapitre inclut le déroulement général de la thèse, un résumé des approches méthodologiques choisies pour atteindre les objectifs de la thèse, un survol du développement de l'intervention ainsi que les assises théoriques utilisées dans le cadre de la thèse.

Le chapitre 4 contient les résultats de la thèse structurés sous la forme de quatre articles. Le premier contient une revue de la littérature de type **revue de la portée**. Cet article synthétise les interventions en activité physique destinées aux personnes de tous âges ayant subi un TCCL qui se trouvaient dans les écrits scientifiques et non scientifiques. Le deuxième article décrit les résultats d'un **sondage** électronique auprès de programmes de réadaptation spécialisés du Québec qui fournissent des services aux adultes ayant des symptômes persistants d'un TCCL. Le sondage vise à comprendre l'état des pratiques cliniques en activité physique dans ces programmes. Le troisième article porte sur une **analyse des forces, des faiblesses, des menaces et des opportunités** d'une intervention en activité physique offerte dans un de ces programmes

spécialisés. Le quatrième article traite d'une **étude de la faisabilité** d'une nouvelle intervention en activité physique offerte en télésanté pour les adultes qui vivent avec des symptômes persistants d'un TCCL, et ce, dans un contexte où l'accessibilité des services était restreinte en partie en raison des restrictions sanitaires causées par la pandémie de la COVID-19.

Le chapitre 5 consiste en une discussion générale des résultats de la thèse. Cette discussion contient un bref retour sur les principaux résultats, met en lumière les principaux constats, élabore à propos des contributions des résultats de la thèse au domaine de la réadaptation et aborde les limites méthodologiques ainsi que les avenues de recherches futures.

Le chapitre 6 conclut la thèse en reprenant de façon succincte les éléments essentiels discutés dans l'ensemble de l'ouvrage.

Chapitre 2 – Recension des écrits

2.1 Traumatisme craniocérébral léger

Le traumatisme craniocérébral (TCC) est une blessure au cerveau qui survient lorsque des forces externes altèrent son fonctionnement normal, telles qu'un coup à la tête, une secousse, une explosion ou un objet pénétrant le crâne (Center for Disease Control and Prevention [CDC], 2022; Menon et al., 2010). Les TCC représentent un enjeu de santé important : il est estimé qu'entre 64 et 74 millions de personnes sur l'ensemble de la planète subissent cette blessure chaque année (Dewan et al., 2018). De multiples mécanismes peuvent causer un TCC : une chute, une collision avec un véhicule motorisé, un incident au travail, une explosion, un objet frappant la tête, ou encore un incident lors de la pratique d'un sport (Harvey et al., 2012, Haarbauer-Krupa et al., 2018, McCrory et al., 2017, FON, 2018). Plusieurs facteurs permettent de déterminer le niveau de sévérité d'un TCC (grave, modéré ou léger) dont le degré d'altération de la conscience et sa durée, la présence d'une amnésie et sa durée, le niveau d'altération du fonctionnement cognitif, les symptômes physiques et l'identification d'une lésion intracrânienne lors d'une imagerie médicale standard (Saatman et al., 2008; Teasdale et al., 1974; von Holst et al., 2004). La présente thèse s'intéresse plus particulièrement à la sévérité la plus légère du TCC, soit le TCC léger (TCCL). Dans cette thèse, le terme TCCL englobe aussi la notion de commotion cérébrale. La commotion cérébrale est le niveau le moins sévère du TCCL, présent au début du spectre de la sévérité du TCCL (c.-à-d., moins « complexe »), elle n'entraîne pas d'anomalie des tissus cérébraux visible par imagerie cérébrale, et elle survient fréquemment lors de la pratique de sports (Department of Veterans Affairs & Department of Defense [VA/DoD], 2016; FON, 2018; Silverberg et al., 2020).

2.1.1 Survol épidémiologique

Il est estimé que le TCCL représente à lui seul entre 70 et 90% des TCC, ce qui en fait le niveau de sévérité le plus fréquent (Cassidy et al., 2004). L'incidence du TCCL dans le monde varie d'une étude à l'autre, mais il est estimé qu'elle est entre 100 à 749 cas par 100 000 personnes par année (Skandsen et al., 2019). Plus récemment, une étude a démontré que l'incidence serait de 1 153 cas par 100 000 habitants au Canada (Langer et al., 2020), dépassant ainsi l'estimation de l'incidence mondiale. L'estimation précise de l'incidence et de la prévalence de la blessure est laborieuse puisque ce ne sont pas toutes les personnes qui subissent un TCCL qui chercheront

à recevoir un diagnostic ou des traitements (Cassidy et al., 2004; Langer, et al., 2020) ainsi qu'en raison des enjeux de définition du TCCL (Cassidy et al., 2004; Langer, et al., 2020). Il s'agit néanmoins d'une blessure fréquente et importante qui peut toucher les individus de tous âges.

2.1.2 Les symptômes post-commotionnels

Lors de la transmission des forces externes au cerveau, la déformation exagérée des structures cérébrales en altère son fonctionnement. Les structures cérébrales peuvent ainsi dysfonctionner pendant sept à dix jours, voire même jusqu'à quelques semaines après la blessure (Giza et al., 2018; Kreber et Griesbach, 2016). D'autres problèmes tels que des dysfonctions du système vasculaire cérébral (Tan et al., 2014), des processus inflammatoires et des dérégulations du système endocrinien peuvent survenir et persister dans le temps (Giza et al., 2018).

Les manifestations cliniques du TCCL sont variables et sont communément appelées les *symptômes post-commotionnels*. Ces derniers peuvent être nombreux et d'ordre physique (Clausen et al., 2016; Ellis et al., 2016; Englander et al., 2010; Irvine et Clark, 2017; Mayer et al., 2013; Orff et al., 2009; Ponsford et al., 2012; Register-Mihalik et al., 2018; Williams et al., 2018), cognitif (Englander et al., 2010; Irvine et Clark, 2017; Mayer et al., 2013; Tan et al., 2014) et émotionnel (McCrory et al., 2017, King et al., 1995). Les symptômes physiques incluent les maux de tête, les étourdissements, les troubles visuels, vestibulaires, d'équilibre ou de sommeil. Les troubles cognitifs regroupent les difficultés attentionnelles, de concentration, et de mémoire, tandis que les symptômes émotionnels réfèrent à la labilité émotionnelle (c.-à-d., la variabilité et l'instabilité des émotions), l'humeur dépressive ou triste ainsi que de l'irritabilité (Cooksley et al., 2018). Les symptômes sont généralement variables d'un individu à l'autre et peuvent changer en nombre et en intensité au courant d'une journée (Anthony et Peterson, 2015; Leddy et al., 2010) en raison de plusieurs facteurs pouvant exacerber les symptômes, comme le stress (Gouvier et al., 1992) ou un affect négatif (Balasundaram et al., 2016).

2.1.3 Les symptômes post-commotionnels persistants

Chez les personnes âgées de 18 à 65 ans, les symptômes se résorbent couramment dans les deux premières semaines après le TCCL (Sigurdardottir et al., 2009). Toutefois, jusqu'à 30% des

adultes ayant subi un TCCL ressentiront leurs symptômes pendant plus de trois mois (Cancelliere et al., 2016; Cassidy et al., 2014; Sigurdardottir et al., 2009). Certains d'entre eux auront même des dysfonctionnements pouvant perdurer à travers plusieurs années (Cancelliere et al., 2016; Cassidy et al., 2014; Hou et al., 2012). Parmi les nombreux symptômes post-commotionnels, les adultes ayant subi un TCCL peuvent se plaindre spécifiquement de maux de tête, de fatigue, de troubles cognitifs persistants, de troubles oculomoteurs. Ils sont également plus à risque de recevoir un diagnostic de trouble de santé mentale comme de l'anxiété, de la dépression ou vivre des symptômes de stress post-traumatique (Bryant et al., 2010; Carroll et al., 2014; Cassidy et al., 2014; Lucas et al., 2014; Stulemeijer et al., 2006).

Il a été démontré que cette population semble avoir un niveau d'activité physique (AP) plus bas que les adultes qui n'ont pas subi cette blessure. Les travaux de Mercier et al. (2021) démontrent que chez un groupe de 180 adultes, seulement 28% ont rapporté atteindre les recommandations canadiennes en matière d'AP, c'est-à-dire de faire au moins 150 minutes d'AP par semaine à une intensité modérée à vigoureuse (Tremblay et al., 2012). En comparaison, 57% des adultes canadiens rapportaient qu'ils faisaient plus de 150 minutes d'AP par semaine avant la pandémie de la COVID-19 (2019) et pendant (2020) (Watt et Colley, 2021). Mercier et al. (2021) ont aussi trouvé que les adultes qui n'atteignaient pas les recommandations canadiennes rapportaient un comportement sédentaire plus élevé, un plus faible niveau de qualité de vie ainsi que plus de fatigue et plus de symptômes post-commotionnels, de dépression et d'anxiété (Mercier et al., 2021). Les comportements sédentaires ont aussi été associés à la dramatisation de la douleur dans cette population (Naugle et al., 2021).

Les déterminants pouvant contribuer à la persistance des symptômes font encore l'objet de plusieurs études. Jusqu'à présent, les évidences suggèrent que le mécanisme pathophysiologique du TCCL seul n'est pas suffisant pour expliquer pourquoi certaines personnes auront des symptômes persistants. Dans l'ensemble, les symptômes persisteraient en raison d'une influence mutuelle de facteurs personnels, des conséquences du TCCL sur le cerveau et sur le corps, ainsi que de la réaction des individus face à la blessure ou des individus avec leur environnement (Hou et al., 2012; Iverson et al., 2017; Kenzie et al., 2017; Kenzie et al., 2018).

Certains facteurs tels que l'âge (Iverson et al., 2017; Reddy et Collins, 2009; Zemek et al., 2016), le sexe féminin (Gurley et al., 2013; Iverson et al., 2017; Polinder et al., 2018), la présence d'un historique de TCCL (Iverson et al., 2017; Kamins et Giza, 2016) ainsi que des antécédents de troubles psychiatriques (p. ex., syndrome de stress post-traumatique ou la dépression) peuvent moduler la persistance des symptômes (Grandhi et al., 2015, Zahniser et al., 2019). La persistance des symptômes est aussi associée au nombre et à l'intensité des symptômes ressentis ainsi que la présence de douleurs (Grandhi et al., 2017, Mayer et al., 2013) dans les jours suivants le TCCL (Cooksley et al., 2018, Iverson et al., 2017). De plus, certaines évidences démontrent que le dysfonctionnement de la régulation autonome du système vasculaire du cerveau contribuerait à la présence de certains symptômes (Churchill et al., 2017; Howell et al., 2021; Wright et al., 2018, Mercier et al., 2022) et serait responsable de l'intolérance aux efforts physiques (Leddy et al., 2019; Clausen et al., 2016). D'autres troubles qui peuvent avoir été causés par la blessure/l'évènement, comme les troubles oculomoteurs et vestibulaires, peuvent également chevaucher les symptômes du TCCL et contribuer à maintenir la condition symptomatique (Ellis et al., 2015; Grandhi et al., 2017).

Certains adultes avec un TCCL peuvent attribuer de façon erronée des symptômes non spécifiques (p. ex. : maux de tête, déprime, anxiété) qu'ils avaient avant leur blessure comme s'ils étaient des symptômes dus au TCCL (Hou et al., 2012). Les adultes peuvent avoir du mal à s'adapter à leur nouvelle situation et adopter des comportements compensatoires négatifs. Ces comportements compensatoires négatifs peuvent moduler la persistance de leurs symptômes (Hou et al., 2012; Silverberg et al., 2017; Sullivan et al., 2014). Tout d'abord, le comportement *tout-ou-rien* (Hou et al., 2012) consiste à sous-estimer l'importance de ses symptômes et ainsi réaliser un surplus d'activités, ce qui sera suivi de longues périodes de repos lorsque les symptômes seront alors trop envahissants (Hou et al., 2012; Silverberg et al., 2018). Il existe un lien entre l'attribution erronée des symptômes et ce comportement (Hou et al., 2012). Ensuite, le comportement d'évitement consiste à éviter exagérément des stimulations et efforts physiques (kinésiophobie) et cognitives (cogniphobie) par crainte qu'elles exacerbent les symptômes ou la blessure (Silverberg et Cassetta, 2019; Silverberg et al., 2018; Snell et al., 2020). Si ce comportement se chronicise, cela pourrait réduire la tolérance aux efforts physiques et cognitifs et contribuer davantage à la persistance des symptômes (Silverberg et al., 2018). Même les

jeunes athlètes qui ont vécu un TCCL pourraient vivre cette crainte de mouvement lors de la reprise de leur sport (Reinking et al., 2022). Dans un groupe de 32 athlètes ayant subi un TCCL dans le cadre sportif, il a été récemment démontré que l'échantillon rapportait un haut niveau de kinésiophobie, c'est-à-dire la crainte de faire des mouvements, dans les 14 premiers jours après la blessure, comparativement à 17 autres athlètes n'ayant pas subi de TCCL. Parmi les étudiants-athlètes ayant subi un TCCL, 28% continuaient de rapporter une haute crainte du mouvement, même après le retour au jeu. Bien que l'échantillon soit petit et qu'il ne puisse être généralisé aux personnes plus jeunes ou plus âgées, la crainte de faire de l'AP après le TCCL peut se manifester et se maintenir dans le temps, même chez des jeunes ayant un très haut niveau d'AP avant la blessure.

Les symptômes post-commotionnels persistants peuvent avoir un impact négatif à court, à moyen et à long terme sur le fonctionnement des adultes qui ont subi un TCCL. Cette diminution des capacités fonctionnelles cause des effets négatifs importants sur leur participation, soit leur niveau d'implication dans les situations diverses de la vie comme le travail ou les rôles parentaux (Cooksley et al., 2018; Perroux et al., 2013; Ponsford et al., 2012). Par exemple, Cooksley et al. (2018) ont découvert qu'un sous-groupe d'adultes présentant des symptômes post-commotionnels depuis plus de 3 mois rapportait avoir eu des changements négatifs dans les relations avec leurs proches, leurs capacités de faire le même travail qu'avant leur blessure ainsi que dans leurs capacités de participer et d'éprouver du plaisir dans les activités sociales et de loisirs. Dans le même sens, cette blessure est aussi liée à un absentéisme au travail plus important (Kenzie et al., 2017; Vikane et al., 2016) ainsi qu'une qualité de vie réduite (Emanuelson et al., 2003; Petchprapai et Winkelman, 2007; Voormolen et al., 2019). Le TCCL chez l'adulte est aussi associé à un plus haut risque de mortalité par suicide (Carroll et al., 2014) ainsi qu'à un plus haut taux d'utilisation du système de santé après la blessure qu'avant (Cancelliere et al., 2016).

2.1.4 Interventions pour la gestion des symptômes

Le repos complet et prolongé a été longtemps l'intervention de choix pour favoriser la guérison du TCCL à partir des premiers jours suivant la blessure de même que lorsque les symptômes se prolongeaient (Silverberg et Iverson, 2013). Le repos complet vise à diminuer les demandes

cognitives et physiques pour favoriser l'utilisation des ressources énergétiques limitées au profit des processus réparatoires (Kenzie et al., 2017; Kreber et Griesbach, 2016). Cependant, offrir un repos complet de plus de trois jours n'apporterait pas de bénéfice supplémentaire (Silverberg et Iverson, 2013; Thomas et al., 2015). Le repos complet prolongé est au contraire associé à la présence de symptômes persistants, ainsi qu'à un plus haut niveau de symptômes post-commotionnels 10 jours après le TCCL (Kamins et Giza, 2016, Polinder et al., 2018). De plus, il semble évident que le repos prolongé puisse mener au déconditionnement physique et cognitif, avec comme risque la diminution des capacités de régulation du flot sanguin cérébral et le maintien de certains symptômes post-commotionnels (DiFazio et al., 2016; Tan et al., 2014).

Différents types d'interventions sont utilisées afin de traiter les symptômes post-commotionnels. Tout d'abord, les interventions psychosociales (p. ex., psychologie, psychoéducation et réassurance) ont démontré leur efficacité pour prévenir la chronicisation des symptômes et diminuer la quantité de symptômes post-commotionnels (Audrit et al., 2021; Broshek et al., 2015; Brunger et al., 2014; Cooper et al., 2015; Marshall et al., 2015). Les thérapies manuelles cervicales, oculomotrices et vestibulaires aident également à diminuer certains symptômes spécifiques comme les étourdissements et les troubles visuels et favoriser la participation, comme le retour au travail ou au sport (Schneider et al., 2017). Finalement, les interventions utilisant l'AP comme approche thérapeutique visent à diminuer les symptômes persistants qui nuisent à la réintégration sociale et professionnelle chez les personnes de tous âges (Baker et al., 2020; Carter et al., 2021; Lal et al., 2018; Langevin et al., 2020; Makdissi et al., 2017; McIntyre et al., 2020). Le sujet principal de cette thèse portant sur l'AP en tant qu'intervention de réadaptation pour les adultes ayant des symptômes persistants, seuls les écrits au sujet de cette thématique seront abordés.

2.2 L'activité physique

Pour aborder les études portant sur les interventions utilisant l'AP auprès des adultes ayant subi un TCCL, il est important de définir ce qu'est l'AP et de présenter les différents types d'AP, les bénéfices généraux et les mécanismes potentiels permettant d'expliquer la réduction des symptômes post-commotionnels.

2.2.1 Définitions

L'AP se définit comme « toute forme de mouvement produit par les muscles du corps résultant en une dépense énergétique » (Caspersen et al., 1985, p. 126). L'AP peut ainsi englober un ensemble d'efforts physiques qui se retrouvent dans de multiples activités du quotidien, comme les activités récréatives et de loisirs, le sport ou l'exercice physique. L'exercice physique se définit comme « une forme d'AP qui est planifiée, structurée et répétée dans le temps, effectuée dans le but d'améliorer ou de maintenir la condition physique et des composantes reliées à la santé » (Caspersen et al., 1985, p.126). L'exercice physique constitue une sous-catégorie de l'AP et ne peut donc pas être utilisé comme un synonyme.

2.2.2 Principaux types

Il existe trois types d'AP, soit l'aérobie, de force/résistance et de flexibilité. Les AP de type aérobie incluent les efforts physiques sollicitant davantage le système cardiorespiratoire (Tomlinson, 2010). Ce système est sollicité surtout lorsque la dépense énergétique augmente les besoins en oxygène des muscles pour pouvoir consommer l'énergie nécessaire afin de générer des contractions musculaires. La réponse normale du corps est d'acheminer un plus grand volume de sang oxygéné vers les muscles en augmentant la fréquence des battements de cœur (rythme cardiaque) et d'augmenter la fréquence des cycles d'inspiration et d'expiration (rythme ventilatoire) pour oxygéner le sang et évacuer le gaz carbonique. De multiples activités sollicitent ainsi de gros groupes de muscles de façon répétitive, comme la marche, la randonnée en forêt, la course à pied ou encore la bicyclette. Les AP de force/résistance regroupent les activités sollicitant la force et l'endurance musculaire (Tomlinson, 2010). Des activités comme la musculation, le yoga, et certaines AP de type aérobie peuvent contribuer à augmenter la force musculaire. Enfin, les AP de flexibilité sollicitent l'élongation des muscles et permet d'augmenter l'amplitude des articulations (Tomlinson, 2010). Des activités comme le yoga ou des étirements font partie de cette catégorie.

Lors de la pratique d'un de ces trois types d'activité, le corps va retirer certains bénéfices. Au fur et à mesure de cette pratique, les bénéfices sur le corps vont augmenter jusqu'à ce que celui-ci s'adapte à la pratique de l'AP et atteigne un plateau (Garber et al., 2011). Les activités de type aérobie peuvent être dosées selon la fréquence, l'intensité, la durée, le type d'activité effectuée

ainsi que la progression et le volume (p. ex., le nombre de pas marchés). Ces paramètres de dosage d'AP sont essentiels afin que le corps s'adapte aux stimulations physiques reçues, sans s'épuiser inutilement ou risquer des blessures d'usure (Garber et al., 2011). Ces paramètres permettent ainsi à un clinicien en réadaptation de guider une personne dans la réalisation de ses AP, en s'assurant qu'elle le réalise de façon sécuritaire et qu'elle obtienne les bénéfices attendus.

2.2.3 Bienfaits généraux

La pratique régulière d'AP apporte des bénéfices importants pour la santé. Cela permet de maintenir une bonne santé physique, de prévenir l'apparition de certaines maladies (p. ex., maladies cardiovasculaires, ostéoporose, etc.) et de réduire les risques de mortalité (Bauman et al., 2016; Garber et al., 2011; Kyu et al., 2016). La pratique régulière d'AP participe également au vieillissement sain en aidant à maintenir la masse musculaire, la densité osseuse (Garber et al., 2011) et aide à maintenir la santé et le fonctionnement cérébral (Erickson et al., 2012, 2015). D'autres bénéfices consistent en une meilleure santé mentale et une plus haute qualité de vie (Bernard et al., 2017; Bize et al., 2007; Chekroud et al., 2018; Doré et al., 2018; Teychenne et al., 2020).

Bien que l'AP puisse être effectuée par tous dans le quotidien, elle peut également consister en une intervention qui vise à améliorer plusieurs conditions de santé auprès de différentes populations. Par exemple, il a été démontré que l'AP était efficace pour le traitement des troubles de l'humeur comme la dépression et l'anxiété (Blake, 2012; Carek et al., 2011) chez des personnes en bonne santé. Des effets positifs ont aussi été documentés auprès d'adultes avec de la fatigue chronique (Yancey et Thomas, 2012). Chez des adultes avec un TCC modéré et sévère, l'AP a aussi montré son efficacité pour améliorer les capacités cardiorespiratoires (Hasset et al., 2017), la cognition (Archer et al., 2012, Vanderbeken et Kerckhofs, 2017) et la dépression (Perry et al., 2020).

Les interventions en AP qui utilise la marche, qu'elle consiste en un transport actif ou une balade en nature, ont démontré de nombreux effets bénéfiques sur la santé physique et mentale des personnes en bonne santé (Kelly et al., 2018; Olafsdottir et al., 2018), auprès des personnes moins actives (Oja et al., 2018), âgées (Taylor et al., 2004), ainsi que chez des personnes avec

des problèmes de santé divers (p. ex., accident vasculaire cérébral, fibromyalgie ou douleur chronique; Han et al., 2017; Kayo et al., 2012; Saunders et al., 2014; Vanti et al., 2019). Malgré la littérature grandissante sur ce domaine, seuls deux articles scientifiques abordent l'utilisation de la marche comme AP auprès des personnes avec un TCC, toutes sévérités confondues (Bellon et al., 2015; Kolakowsky-Hayner et al., 2017). Bien qu'il y ait peu d'interventions en AP qui utilisent la marche comme modalité principale, l'AP se confirme de plus en plus comme une intervention pouvant apporter de nombreux bénéfices aux adultes ayant des symptômes persistants d'un TCCL (Carter et al., 2021; Lal et al., 2018; Langevin et al., 2020; McIntyre et al., 2020).

2.2.4 L'activité physique chez les adultes avec un traumatisme craniocérébral léger

Depuis quelques années, il est recommandé d'introduire progressivement des stimulations physiques et cognitives chez des adultes ayant subi un TCCL, après 24 à 48 heures de repos complet, en opposition à un repos complet prolongé (FON, 2018, McCrory et al., 2017). Plusieurs évidences démontrent les bienfaits d'intégrer de l'AP après la période de repos initiale sur la diminution des symptômes post-commotionnels. Une récente revue systématique a démontré que l'AP offerte dans la période post-aiguë après un TCCL d'origine sportif (entre 24h et 7 jours) permet de diminuer les symptômes et d'améliorer la santé (Baker et al., 2020). Par exemple, une étude corrélationnelle a démontré que les enfants et adolescents qui rapportaient avoir fait de l'AP dans les 7 jours suivant la blessure avaient un risque plus faible de présenter des symptômes persistants après 28 jours, comparativement à ceux qui rapportaient ne pas en avoir fait (Grool et al., 2016). En ce sens, un récent essai randomisé clinique a démontré que faire environ 20 minutes d'AP de type aérobie par jour aurait significativement amélioré le temps de récupération d'une cohorte d'adolescents ayant commencé à faire de l'AP environ 5 jours après leur TCCL d'origine sportive, comparativement à une autre cohorte ayant suivi un protocole d'étirements (Leddy et al., 2019). Les auteurs de cette même étude rapportent qu'une moins grande proportion d'adolescents ayant fourni des efforts physiques de type aérobie a présenté des symptômes persistants après 30 jours, mais que cette différence avec le groupe ayant fait des étirements n'est pas significative. Les évidences semblent ainsi démontrer que les effets de la pratique de l'AP sont bénéfiques si elle est exercée à une intensité allant de

légère à modérée. Une étude rétrospective auprès d'adolescents ayant subi un TCCL rapporte que ceux qui ont fourni des efforts physiques à une intensité modérée dans les jours suivant la blessure ont moins de symptômes et ont une meilleure performance à des tests cognitifs, en comparaison avec ceux qui ont fourni des efforts physiques intenses (Majerske et al., 2008). Bien qu'il soit difficile de généraliser les résultats de ces études à des adultes ayant subi un TCCL en raison des devis observationnels utilisés, des petits échantillons ainsi que de la jeune population sportive, il semble important d'éviter le repos prolongé et de réintégrer les efforts physiques progressivement après la blessure.

Les évidences suggèrent donc qu'une quantité adéquate d'AP, effectuée au bon moment après la blessure et à une intensité modérée, aide à diminuer les symptômes et à réduire le risque d'avoir des symptômes persistants d'un TCCL. Ce conseil de reprendre l'AP tout en respectant la tolérance aux symptômes post-commotionnels est aussi valable lorsque les symptômes persistent au-delà d'un mois. En effet, des revues systématiques ont démontré l'efficacité de l'AP de type aérobic pour réduire les symptômes post-commotionnels et favoriser la participation, comme le retour à l'école ou au travail (Carter et al., 2021; Lal et al., 2018; Langevin et al., 2020; Makdissi et al., 2017; McIntyre et al., 2020; Schneider et al., 2017). Une approche pour les adultes fréquemment utilisée consiste à effectuer 20 minutes d'AP de type aérobic entre cinq à sept fois par semaine à une intensité ne provoquant pas les symptômes post-commotionnels (Baker et al., 2012; Leddy et al., 2013; Leddy et al., 2019; Leddy et al., 2010).

Cette approche progressive nécessite toutefois une évaluation en personne de la tolérance à l'effort physique réalisée en utilisant un test d'effort progressif qui doit être répété régulièrement (Leddy et al., 2011; Leddy et al., 2019). La tolérance à l'effort physique durant le test d'effort progressif est déterminée à partir du moment où la personne ressent une augmentation de ses symptômes post-commotionnels. Le test d'effort est alors arrêté et le seuil de tolérance est déterminé quand la personne signale l'augmentation des symptômes. L'intensité prescrite pour l'AP de type aérobic est basée sur une intensité représentant 80 % de la fréquence cardiaque atteinte au moment de la fin du test. Ce protocole d'exercice est typiquement continué jusqu'à ce que la personne ne ressente plus d'augmentation des symptômes durant l'effort physique, au repos et lorsqu'elle réalise ses occupations. Initialement, les chercheurs ayant développé cette

approche recommandaient que les périodes d'efforts physiques soient effectuées sous supervision afin d'assurer la sécurité des personnes avec un TCCL (Leddy et al., 2010). Ce n'est seulement qu'à partir de 2019 que ce groupe de chercheur a cessé de rapporter que leurs participants doivent être accompagnés (Leddy et al., 2019). Cette approche a été fréquemment utilisée auprès d'une population pédiatrique (Ellis et al., 2016; Haider et al., 2020; Leddy et al., 2019) et de jeunes athlètes (Clausen et al., 2016; Leddy et al., 2013), mais auprès d'un plus petit nombre d'adultes ayant subi un TCCL qui sont actifs et moins actifs (Leddy et al., 2010).

Cette intervention en AP de type aérobie semble être efficace et acceptée par les jeunes personnes ayant subi un TCCL, mais il existe peu d'évidences à propos de l'efficacité et de l'acceptabilité de cette approche pour des adultes ayant un TCCL et des symptômes persistants, souvent moins actifs. En effet, il n'existe pas d'étude rapportant que cette approche a été testée auprès d'adultes ayant reçu des services interdisciplinaires externes en centre de réadaptation. À ce jour, seul le protocole de recherche d'un essai randomisé clinique utilisant une variante de cette approche est disponible dans les écrits pour une clientèle adulte présentant des symptômes persistants d'un TCCL vu dans un contexte de clinique privée (Mercier et al., 2020). Les résultats de cette étude ne sont pas encore disponibles dans les écrits, mais ils permettront d'explorer les effets de cette approche sur les symptômes post-commotionnels, le sommeil, la tolérance à l'effort physique, la qualité de vie ainsi que sur certains biomarqueurs (p. ex., inflammatoires) et la neuroplasticité. De plus, ces résultats permettront d'éclaircir si cette approche doit être adaptée pour répondre aux besoins d'adultes sédentaires qui sont souvent en moins bonne forme physique. Les auteurs ne mentionnent pas qu'ils rapporteront l'adhésion à leur intervention ni s'ils exploreront l'acceptabilité de cette approche auprès de leurs participants.

Il existe aussi d'autres approches, moins courantes, pouvant être offertes aux adultes qui ont des symptômes persistants d'un TCCL. L'article de Bellon et al. (2015) rapporte les résultats d'une intervention de marche de 12 semaines qui incluait 69 adultes avec un TCC de toute sévérité confondue, dont 10 adultes ayant subi un TCCL. Après une évaluation physique en personne, les participants de l'étude ont eu à mesurer le nombre de pas réalisés dans une semaine typique (c.-à-d., le nombre de pas totaux marchés de référence) à l'aide d'un podomètre. À partir de ce

chiffre, les participants ont eu à augmenter progressivement leur nombre de pas totaux marchés par semaine de 5 % par semaine, jusqu'à atteindre un maximum de 40 % sur la période de 12 semaines. Un conseiller contactait les participants par courriel ou par téléphone trois fois par semaine pendant les trois premières semaines, suivi de deux contacts par semaine pendant quatre semaines et un contact par semaine pour les cinq dernières. Les auteurs ne rapportent pas le contenu ni comment les séances téléphoniques ou les courriels étaient réalisés. Un site web a été conçu afin que les participants insèrent eux-mêmes le nombre de pas marchés par semaine. Le site permet de visualiser les données de marche sous forme de trajet effectué autour de la Californie, l'Arizona et le Nevada. Les auteurs ne rapportent pas d'information permettant de connaître le contexte de pratique de la marche. Les résultats indiquent que le stress perçu et les symptômes de dépression avaient significativement diminué après l'intervention. Toutefois, le petit nombre de participants et le fait que les résultats n'ont pas été stratifiés en fonction de la sévérité du TCC ne permettent pas de généraliser les résultats aux adultes avec des symptômes persistants de TCCL. De plus, aucune mesure après l'intervention n'étudiait les effets sur la présence des symptômes post-commotionnels.

L'AP est conseillée dans les guides de pratique clinique pour la prise en charge des adultes et des militaires ayant des symptômes persistants d'un TCCL (Eapen et al., 2022; FON, 2018; VA/DOD, 2016;), ainsi que dans le consensus d'experts des commotions cérébrales dans le sport (McCrory et al., 2017). Par exemple, dans le guide de pratique de la FON, il est recommandé que l'AP soit utilisée pour aider les personnes qui présentent des troubles dépressifs et anxieux, des maux de tête et de la fatigue. Pour les militaires, il est suggéré d'intégrer un programme d'exercice progressif pour réduire les symptômes qui sont exacerbés par les efforts physiques et cognitifs (Eapen et al., 2022, FON, 2018). Les consignes en matière d'AP se résument donc à recommander aux adultes d'effectuer de l'AP de type aérobie de façon supervisée à une intensité qui ne doit pas dépasser la tolérance à l'effort physique de l'individu. Ces informations offrent bien peu de paramètres sur lesquels les cliniciens peuvent se baser pour offrir une intervention en AP adaptée aux besoins des usagers de leurs services. Il existe donc un besoin évident de mettre en lumière quelles sont les différentes approches en AP et comment elles peuvent être offertes aux adultes avec des symptômes persistants d'un TCCL.

2.2.5 Les mécanismes physiologiques de l'activité physique chez l'adulte avec un traumatisme craniocérébral léger

Bien que les connaissances à propos de l'AP semblent démontrer l'efficacité de cette approche pour diminuer les symptômes persistants, les connaissances permettant d'expliquer de façon spécifique quels sont les mécanismes physiologiques par lesquels l'AP influence la symptomatologie des personnes qui ont subi un TCC de toutes sévérités sont encore méconnues (Archer, 2012; Silverberg et Iverson, 2013; Stephan et Sleiman, 2019; Tan et al., 2014). La section suivante présente les mécanismes principaux de l'AP qui peuvent agir sur la santé des adultes avec des symptômes post-commotionnels.

L'AP a une fonction neuroprotectrice chez les personnes de tous âges, quel que soit le niveau de santé (Hötting et al., 2016; Kreber et Griesbach, 2016; Seo et al., 2019; Stephan et Sleiman, 2019). L'AP contribue au phénomène de neuroplasticité, soit la capacité du cerveau à modifier sa morphologie par des mécanismes de réorganisation cellulaire, de changements des connexions neurales, de production de nouveaux neurones et autres changements neurobiologiques (Fuchs et Flügge, 2014). Elle peut aussi aider à améliorer les fonctions du système vasculaire cérébral qui est responsable de l'acheminement de l'oxygène, de l'énergie et des nutriments nécessaires pour le bon fonctionnement des cellules cérébrales. Ce système est essentiel au bon fonctionnement cérébral. Sans l'apport constant d'une grande quantité d'oxygène et de substrats énergétiques, les conséquences pour le cerveau peuvent être désastreuses (Hirsch et al., 2012). De plus, l'AP aurait un effet anti-inflammatoire en réduisant la quantité de protéines pro-inflammatoires en circulation dans le cerveau (Kreber et Griesbach, 2016; Seo et al., 2019).

2.2.5.1 Protéines contribuant au phénomène de neuroplasticité : les BDNF

Des évidences suggèrent que l'AP contribue à l'augmentation de la concentration de facteurs promouvant la neuroplasticité, la neurogenèse, l'angiogenèse et de facteurs de croissance (Fogelman et Zafonte, 2012 ; Hötting et al., 2016 ; Kreber et Griesbach, 2016). Les facteurs neurotrophiques dérivés du cerveau, ou les « BDNF » en anglais, sont des protéines qui sont sécrétées par l'AP. Les BDNF participent au mécanisme de la neuroplasticité en stimulant la

croissance, et la différenciation de neurones et de synapses (Fogelman et Zafonte, 2012 ; Griesbach et al., 2004 ; Korley et al., 2016 ; Kreber et Griesbach, 2016). Les BDNF contribueraient donc à diminuer les déficits cognitifs et agiraient comme facteurs protecteurs face au risque de démence (Larson et al. 2006; Leddy et al., 2018). Certaines études démontrent que les BDNF peuvent être produits en plus grande quantité à la suite de quelques semaines de pratique régulière d'AP. Par exemple, une étude auprès de jeunes adultes en bonne santé suggère que l'AP de type aérobie puisse augmenter la quantité de BDNF après seulement cinq semaines d'entraînement (Griffin et al., 2011). D'autres études suggèrent qu'il existe un effet entre le dosage de l'AP et la quantité de BDNF sécrétée. En effet, plus l'intensité est haute, plus les concentrations de BDNF sont grandes, indiquant un plus grand potentiel de neuroplasticité (Hötting et al., 2016).

À ce jour, il existe peu de connaissances à propos de l'efficacité de l'exercice à augmenter les BDNF chez les personnes ayant subi un TCCL. En effet, les études existantes ne démontrent pas de façon concluante que l'AP contribue à l'augmentation de BDNF auprès de cette population. McGeown et al. (2018) ont trouvé qu'une intervention en AP d'une durée de quatre semaines, incluant de l'aérobie et de l'équilibre auprès de neuf personnes avec des symptômes persistants depuis plus de huit semaines, n'avait pas changé les niveaux de BDNF. Une autre étude a démontré que les niveaux de BDNF chez six jeunes athlètes après une brève intervention en AP de type aérobie sur une période de deux semaines sont comparables à ceux des sept athlètes inclus dans le groupe contrôle ayant reçu les soins habituels (Corallo, 2021). Ces deux études comportent toutefois d'importantes limites (p.ex., petit nombre d'individus, courte durée de l'intervention), qui ne permettent pas de conclure quant à l'efficacité de l'AP d'augmenter les BDNF chez les personnes ayant subi un TCCL.

2.2.5.2 L'amélioration des fonctions du système vasculaire cérébral

L'AP a le potentiel d'améliorer certaines fonctions du système vasculaire cérébral (Claassen et al., 2021; Clausen et al., 2016; Tan et al., 2014). En effet, l'autorégulation cérébrale, qui est la fonction responsable de la régulation du flot sanguin cérébral, peut s'adapter à l'AP lorsqu'elle est faite de façon récurrente. Cette fonction serait capable de mieux réguler le flot sanguin cérébral pour fournir davantage d'énergie et répondre aux besoins plus grands pendant les

efforts physiques (Tan et al., 2014). Des études démontrent que cette fonction peut être altérée après un TCCL (Clausen et al., 2016; Dodd et al., 2020; Stephens et al., 2017), mais également améliorée par l'AP (Clausen et al., 2016). En ce sens, les résultats d'une étude suivant un devis quasi expérimental suggèrent que l'AP de type aérobie a permis de régulariser la fonction d'autorégulation cérébrale de neuf athlètes universitaires féminines ayant des symptômes persistants d'un TCCL à des valeurs similaires aux 13 athlètes en bonne santé du groupe comparatif. L'intervention a été d'une durée de 12 semaines et a été réalisée à une intensité respectant le seuil d'augmentation des symptômes. À la suite du programme, les jeunes femmes ne rapportaient plus de symptômes post-commotionnels (Clausen et al., 2016). Malgré les résultats encourageants, la nature du devis de recherche qui ne comporte pas d'intervention de comparaison ainsi que le petit échantillon ne permet pas de démontrer de façon convaincante qu'une intervention en AP puisse améliorer l'autorégulation cérébrale chez les personnes ayant subi un TCCL.

2.2.5.3 L'action anti-inflammatoire

L'effet anti-inflammatoire et bénéfique de l'AP survient lorsque celle-ci est appliquée de façon répétée dans le temps et que l'intensité des efforts augmente progressivement (Archer et al., 2012). Une seule séance d'AP est au contraire liée à la production de marqueurs pro-inflammatoires, comme l'interleukine 6 (IL-6), les facteurs de nécrose tumorale alpha (TNF- α) et l'interleukine-1 β (IL-1 β ; Archer et al., 2012). Cette inflammation aiguë dans les structures cérébrales serait déclenchée par une réponse au stress provoqué par l'AP, qui proviendrait des structures hypothalamique et hypophysaire (Archer et al., 2012). Néanmoins, la production répétée de ces marqueurs pro-inflammatoires provoquerait une inhibition de ces dits marqueurs, ainsi que l'augmentation de la production de marqueurs anti-inflammatoires et neuroprotecteurs (Mayer et al., 2013). L'AP offert au bon moment après le TCC permettrait de réduire l'inflammation cérébrale (Archer, 2012; Tan et al., 2014; Zhang et al., 2022). Il semble donc plausible que l'action anti-inflammatoire consécutive à la réalisation d'AP puisse contribuer à améliorer la symptomatologie des adultes ayant subi un TCCL, mais il existe encore peu de connaissances convaincantes à ce sujet. Par exemple, les résultats contenus dans le récent mémoire de maîtrise de Corallo (2021) rapportent qu'il n'y a pas de différence dans les marqueurs inflammatoires des six jeunes athlètes ayant subi un TCCL d'origine sportive, en

comparaison au groupe contrôle composée de sept personnes ayant reçu les soins habituels à la suite de leur intervention en AP de deux semaines.

Les symptômes persistants post-commotionnels peuvent être regroupés en trois catégories, soit les symptômes physiques, cognitifs et émotionnels. En agissant sur plusieurs paramètres physiologiques, l'AP peut influencer ces catégories de symptômes ressentis par les adultes avec un TCCL. Pour les symptômes se rapportant à la douleur comme les maux de tête et les douleurs cervicales, plusieurs études supportent que l'AP faite de façon régulière permette de prévenir le développement de la douleur chronique, de diminuer la douleur de façon générale et d'augmenter les seuils de tolérance à la douleur (Frey Law et Sluka, 2017). En effet, lorsqu'elle est effectuée régulièrement, l'AP a une action analgésique modulée par des changements au niveau de la réponse inflammatoire et de la production de certains neurotransmetteurs comme la sérotonine ou des endorphines (Lima et al., 2017). Pour les symptômes en lien avec les troubles visuels, d'équilibre et les étourdissements, il existe moins d'évidences indiquant que l'AP peut agir directement sur ces troubles. Toutefois, ces symptômes sont plutôt mieux gérés par des approches ciblées comme la réadaptation vestibulaire (Murray et al., 2017; Schlemmer et Nicholson, 2022) qui peuvent intégrer des composantes d'AP (Moore et al., 2016). Au niveau du sommeil, les études suggèrent que l'AP réalisé de façon régulière a un effet bénéfique, mais limité, sur plusieurs composantes du sommeil comme le temps avant l'endormissement, sa durée totale ou sa qualité (Kredlow et al., 2015; Wang et Boros, 2021). Les mécanismes exacts sur lesquels l'AP agit pour influencer le sommeil sont complexes et restent encore à être déterminés, mais il est postulé que l'AP peut agir sur un grand nombre de mécanismes qui peuvent influencer des dimensions du sommeil. Par exemple, l'AP faite de façon régulière peut influencer la température corporelle, les réponses inflammatoires, le métabolisme, la sécrétion d'hormones et des BDNF, qui en retour peuvent influencer (Kredlow et al., 2015, Wang et al., 2021).

Ensuite, la littérature supportant que l'AP provoque des effets positifs sur la cognition est vaste (Audiffren et André, 2019; Erickson et al., 2015, Gligoroska et Manchevska, 2012; Kramer et Erickson 2012). En effet, l'AP faite de façon régulière agirait sur la promotion de BDNF et la production d'hormones (p. ex. : hormone de croissance, estrogène ou corticostéroïde), promouvrait des changements structuraux et fonctionnels de certaines régions cérébrales et la

régulation du flot sanguin cérébral en plus de la régulation de certaines hormones (Erickson et al., 2015, Kramer et Erickson 2012; Pluncevic et Manchevska, 2012). Des changements positifs sur les structures cérébrales, le renforcement de certains réseaux neuronaux et l'amélioration des fonctions exécutives permettraient d'améliorer la santé cognitive (Audiffren et André, 2019).

2.2.6 Les mécanismes psychologiques de l'activité physique chez l'adulte avec un traumatisme craniocérébral léger

Les besoins psychologiques de base sont des besoins essentiels qui, une fois comblés, contribuent au développement, à l'intégrité et le bien-être psychologique d'une personne (Auclair-Pilote et al., 2019; Ryan et Deci, 2017, Doré et al., 2020). La théorie de l'autodétermination identifie trois besoins clés : le besoin d'autonomie, de compétence et d'appartenance sociale (Ryan et Deci, 2017). L'autonomie consiste en la capacité d'un individu à réguler ses actions et fonctionner de manière indépendante, selon ses propres volontés. La compétence réfère à la capacité d'une personne à réaliser une fonction ou une tâche et l'appartenance sociale est décrite comme le sentiment d'être socialement connecté et de ressentir un sentiment d'appartenance avec des personnes d'un groupe social. Les études chez les jeunes et les adultes démontrent que lorsque ces trois besoins psychologiques sont comblés les personnes peuvent ressentir une plus haute satisfaction de leur vie, une meilleure santé psychologique et un haut sentiment de bien-être (Li et al., 2013, Ryan et Deci, 2017, Doré et al., 2020, Auclair-Pilote et al., 2019). Peu de recherches se sont intéressées directement à l'influence du TCCL sur ces trois besoins psychologiques de base, mais les résultats d'une étude prospective corrélationnelle ont démontré une diminution de la satisfaction des trois besoins après le TCCL comparativement à la satisfaction avant la blessure (Auclair-Pilote et al. 2019). Dans cette étude, les personnes qui avaient des symptômes persistants depuis environ 44 jours rapportaient se sentir moins autonomes, moins compétents et moins en relation avec les autres. Les résultats de cette étude suggèrent l'importance de développer et de mettre en place des interventions psychologiques et de counseling afin d'agir sur ces différents besoins psychologiques (Audrit et al., 2021).

De nombreuses études ont démontré une association positive entre l'AP et la santé mentale chez les personnes de tous âges (Saxena et al., 2005; Bélanger et al., 2019, Doré et al., 2018, 2020, Biddle et al., 2018). Une plus haute satisfaction des besoins psychologiques essentiels est associée à une pratique régulière d'AP chez les adolescents (Doré et al., 2020; Gunnell et al., 2016) ainsi que chez les personnes âgées (Kirkland et al., 2011). Une étude longitudinale sur une période de 6 ans auprès d'une cohorte de 424 adolescents canadiens a démontré que les perceptions de l'autonomie, de compétences et d'appartenance sociale étaient corrélées avec la santé mentale ainsi qu'avec la quantité d'AP volontaire (Doré et al., 2020). Ces résultats suggèrent que l'AP permet d'influencer la santé mentale à travers une action sur les besoins psychologiques. Il est en effet plausible que la pratique d'AP augmente les sentiments d'autonomie, de compétence et d'appartenance sociale (Gunnell et al., 2016). Jusqu'à ce jour, il n'y a pas d'étude au sujet de l'effet de l'AP sur les besoins psychologiques de base auprès d'adultes avec un TCCL, mais il est plausible que la pratique d'AP puisse influencer positivement ces dimensions de la santé psychologiques. Des recherches futures à ce sujet sont nécessaires.

L'AP agit sur certains mécanismes physiologiques, cognitifs et psychologiques qui permettent d'expliquer sa pertinence dans la réduction des symptômes post-commotionnels et l'amélioration de la santé chez les personnes ayant subi un TCCL. Les interventions en AP qui se retrouvent dans les écrits scientifiques représentent des pistes de solutions basées sur les données probantes pour les fournisseurs de services. Toutefois, les interventions existantes contiennent certaines limites à leur applicabilité dans un contexte réel de réadaptation, qui seront décrites dans la section suivante.

2.3 Accessibilité limitée des interventions en activité physique

L'accessibilité est un concept complexe qui a fait l'objet de plusieurs écrits visant à mieux le définir (Aday and Anderson, 1975, Gulliford et al., 2002, Penchansky et al., 1981). Par exemple, certains auteurs conceptualisent l'accessibilité comme « la possibilité de bénéficier à des choses et comme le droit à le bénéficier », d'autres par rapport « à la possibilité d'obtenir un ou des services », ou encore, comme « l'utilisation des services » (Fougeyrollas et al., 2015). Selon Gulliford (2002), l'accessibilité d'un service de santé représente non seulement la disponibilité

du service dans un système de santé, mais aussi son utilisation par les usagers (Gulliford et al., 2002). Gulliford et al. (2002) propose trois critères pour évaluer l'utilisation d'un service de santé : 1) l'accès physique, soit la possibilité de se rendre au service; 2) l'abordabilité, soit le coût financier du service; et 3) l'acceptabilité du service par les fournisseurs de services et les usagers. Cette définition de Gulliford est utilisée pour déterminer les enjeux importants d'accessibilité des interventions en AP pour les personnes ayant subi un TCCL.

2.3.1 Accessibilité physique

Certaines interventions en AP peuvent être difficilement accessibles physiquement pour les personnes ayant subi un TCCL. C'est le cas par exemple de l'approche utilisant de l'AP de type aérobie effectuée à une intensité sous le seuil d'intolérance à l'effort. Comme mentionné préalablement, cette intervention nécessite le déplacement une à quatre fois par mois pour réaliser des tests d'efforts en personne. De plus, cette approche requiert aussi que les périodes d'efforts physiques faites entre les évaluations soient supervisées, qu'elles se réalisent à domicile ou dans un centre d'entraînement. Par conséquent, les individus qui souhaitent suivre cette approche doivent trouver un endroit où ils peuvent être supervisés par des instructeurs ou des professionnels de la santé. Si les efforts sont faits à domicile, les participants ont besoin d'une supervision de leurs proches. L'intervention de marche de Bellon et al. (2015), quant à elle, nécessite aussi des déplacements en personne au début et à la fin de l'intervention pour les évaluations physiques. Considérant qu'un TCCL peut survenir aux adultes résidants en milieux urbains comme en milieux ruraux loin des services spécialisés de réadaptation, il est possible que les adultes vivant avec des symptômes persistants rencontrent une difficulté d'accès aux soins (Ellis et al., 2022; Graves et al., 2019). Certains symptômes persistants (p. ex., troubles d'équilibre, visuels et cognitifs) peuvent même nuire à l'utilisation des transports pour s'y rendre (p. ex., automobile ; Bottari et al., 2012).

2.3.2 Abordabilité

Les déplacements fréquents des usagers afin de recevoir leur intervention peuvent leur engendrer des coûts, coûts d'autant plus importants lorsque les individus vivent loin de l'endroit où le service est offert. D'autres enjeux peuvent aussi augmenter ce fardeau financier. En effet, les interventions en AP de type aérobie demandent le recours à de l'équipement d'entraînement

spécialisé, comme des vélos stationnaires ou des tapis roulants, qui peuvent ne pas être accessibles à tous les usagers qui doivent réaliser leur activité cinq à sept fois par semaine. En plus d'être généralement très coûteux, ces appareils peuvent se retrouver dans des endroits comme des centres d'entraînement qui demanderont un abonnement ou des frais pour l'utilisation des services. Ces endroits ont de plus été fermés durant la pandémie de la COVID-19, considérés alors comme des services non essentiels. Le critère d'abordabilité semble donc peu répondu. Une intervention de marche, comme celle de Bellon et al. (2015), pose moins d'enjeux en lien avec l'accès à du matériel spécialisé pour réaliser l'AP demandée.

2.3.3 Acceptabilité

Il existe peu de connaissances par rapport à l'acceptabilité des interventions en AP dans les écrits, en ce qui concerne les adultes avec un TCCL. Seules deux études abordent des résultats à ce sujet chez une population d'enfants ayant subi un TCCL (Chrisman et al., 2021) ou de militaires ayant subi un TCCL (Yost et Taylor, 2015).

Certaines interventions en AP nécessitant des efforts provoquant les symptômes d'un TCCL pourraient ne pas convenir à certains adultes ayant subi un TCCL. En effet, les adultes aux prises avec des difficultés d'adaptation aux symptômes persistants du TCCL peuvent présenter de la difficulté à gérer l'augmentation des symptômes nécessaire pour réaliser la progression de l'AP de type aérobie. En ce sens, une étude suggère que certaines personnes pourront éprouver une augmentation des symptômes post-commotionnels dans les heures suivant les tests d'effort physique. En effet, Rutschmann et al. (2020) a démontré qu'après un test d'effort physique auprès d'une cohorte de 45 personnes de 13-57 ans avec des symptômes persistants d'un TCCL, 35,7% des personnes de sexe féminin et 61,9% des personnes de sexe masculin ont continué de ressentir des symptômes dans les 4 heures suivant le test, et 24% rapportaient encore des symptômes entre 6 et 12 heures après le test d'effort (Rutschmann et al., 2021). Les tests d'effort semblent donc pouvoir induire les symptômes persistants de façon transitoire. Peu d'études s'intéressent aux effets des augmentations spontanées de symptômes post-commotionnels sur la récupération ainsi que sur le comportement des adultes avec un TCCL. Il est probable que des augmentations répétées pourraient déranger les adultes avec un TCCL (Bergman et al., 2013) et

même provoquer des comportements d'adaptation négatifs, comme le tout-ou-rien ou l'évitement (Silverberg et al., 2018, 2019).

Un indicateur potentiel de l'acceptabilité des interventions en AP pourrait être l'observance thérapeutique, soit « le degré selon lequel le comportement d'un utilisateur correspond aux recommandations d'un professionnel de la santé » (Organisation mondiale de la santé (OMS), 2003). L'observance thérapeutique aux interventions en AP est peu souvent rapportée. Lorsqu'elle l'est, elle varie entre 50% et 90% (Blake et Batson, 2009; Chin et al., 2015; Clausen et al., 2016; Imhoff et al., 2017; Kleffelgaard et al., 2016; Kurowski et al., 2017; Leddy et al., 2013; Leddy et al., 2010; Maerlender et al., 2015; Weinstein et al., 2017). Le fait que l'adhésion à l'intervention ne soit pas fréquemment rapportée dans les écrits pose un problème important puisqu'il est difficile de déterminer les liens entre le dosage d'AP prescrit et l'étendue des résultats sur la santé des personnes ayant subi un TCCL (Howell et al., 2018). Ainsi, nous ne savons pas si les participants de ces études réalisent l'AP selon le dosage recommandé et l'étendue des effets de la prescription d'exercice sur la santé des participants de l'étude. De plus, plusieurs études ne rapportent pas comment les adultes avec les symptômes persistants suivent et ajustent l'intensité de leur effort physique pour éviter l'augmentation des symptômes. Puisque l'approche de type aérobie sous le seuil d'augmentation des symptômes se base sur une valeur de la fréquence cardiaque à ne pas dépasser, il est important que les personnes puissent suivre et ajuster précisément leurs efforts. La plupart des études ne mentionnent pas comment les participants surveillent leur intensité et s'ils ont accès à des outils technologiques, comme un cardiofréquencemètre, pour le faire. Cet enjeu de suivi persiste même pour une intervention de marche. Il existe de nombreux outils pour mesurer le nombre de pas marchés tels que les podomètres ou les accéléromètres. Les évidences suggèrent que les qualités métrologiques d'un grand nombre de ces outils de mesures sont variables (Fuller et al., 2020; Silva et al., 2020). Bellon et al. (2015) rapportent avoir utilisé un podomètre, mais ils ne spécifient pas le nom de l'appareil ni ses qualités métrologiques. En somme, il existe peu de connaissances sur l'acceptabilité et l'observance thérapeutique des interventions en AP, particulièrement chez les adultes avec des symptômes persistants d'un TCCL. De plus, aucune étude ne semble documenter la perception des cliniciens qui proposent des interventions en AP, y compris ceux qui pourraient être réticents à le faire par crainte de provoquer ou d'augmenter les symptômes.

2.4 La télésanté pour l'activité physique, une solution potentielle ?

Propulsée par les avancées technologiques, la télésanté est devenue une modalité de plus en plus utilisée pour offrir des services de santé au courant des dernières années (Tuckson et al., 2017). La pandémie de COVID-19 a aussi accéléré l'adoption de cette modalité pour offrir des soins de santé à travers le monde (Anthony, 2021; Ohannessian et al., 2020). La télésanté consiste en « l'utilisation d'informations médicales qui est échangée d'un site à l'autre à travers des communications électroniques pour améliorer la santé d'un patient » (Tuckson et al., 2017).

L'accès aux services spécialisés pour la gestion et le traitement des TCCL est inégal à travers le Canada (Ellis et al., 2022). Deux enjeux principaux semblent expliquer ce déséquilibre. D'abord, certaines personnes qui vivent dans des régions très éloignées peuvent expérimenter des différences culturelles, socioéconomiques et des difficultés de locomotion (Ellis et al., 2022). Ensuite, les centres de services de santé n'ont pas tous accès à des professionnels de la santé formés pour donner des services interdisciplinaires nécessaires pour une prise en charge complète du TCCL (Ellis et al., 2022). Conséquemment, offrir des soins en utilisant la télésanté permettrait aux services spécialisés de rejoindre les usagers de leurs services qui expérimentent ces barrières.

Offrir des services de télé-réadaptation pour les TCCL, c'est-à-dire en utilisant la modalité de télésanté, est une approche récente. En effet, il existait peu de connaissances à propos des services offerts en télé-réadaptation pour les personnes ayant subi un TCCL avant la pandémie de COVID-19 (Caze li et al., 2020; Ellis et al., 2022; Toresdahl et al., 2021). Néanmoins, en réponse aux restrictions sanitaires et au besoin de continuer à offrir des services aux personnes de tous âges ayant subi un TCCL, certains centres offrant des services de réadaptation aux personnes avec des TCCL ont réalisé une transition complète ou partielle vers des services en ligne durant la pandémie (Kontos et al., 2021; McPherson et al., 2022; Womble et al., 2022). Pour ceux qui ont adopté ces nouvelles pratiques, il existe de bonnes raisons de croire que les services en télésanté continueront de faire partie des services courants de réadaptation des programmes spécialisés en TCCL. En ce sens, la quasi-totalité (93%) des répondants d'un sondage récent auprès de 30 cliniques ou centres offrant des services à des personnes ayant subi

un TCCL au Canada, incluant un seul répondant du Québec, ont indiqué vouloir maintenir des services en télésanté une fois que la pandémie allait se résorber (Ellis et al., 2022). Considérant l'intérêt d'offrir des services en télésanté aux adultes ayant subi un TCCL, le développement de services pouvant être offerts en télésanté restera assurément pertinent après la pandémie de COVID-19 (Ellis et al., 2022).

Contre-indications à l'utilisation des écrans

Il existe peu de consignes claires à propos de l'utilisation des écrans après un TCCL. En effet, les guides de pratiques cliniques abordent la restriction des écrans dans les recommandations en lien avec le repos cognitif dans les jours suivant un TCCL (Chrisman et al., 2021, Concussion in sport group, 2017, Echemendia et al., 2017; ONF, 2018). Ces recommandations ne sont pas précises quant à la durée de la période de restrictions ainsi que la quantité de temps d'écrans à ne pas dépasser (Concussion in sport group, 2017, ONF, 2018). Il est documenté que les cliniciens travaillant dans les urgences recommandent fréquemment la restriction des écrans aux personnes qui ont subi un TCCL (Zemek et al., 2015). Toutefois, jusqu'à récemment, il existait peu d'évidences indiquant qu'il était bénéfique de limiter le temps d'utilisation des écrans dans les jours suivants le TCCL. Un essai randomisé clinique auprès de 125 jeunes âgés de 12 à 25 ans a démontré qu'une grande quantité de temps d'utilisation des écrans (médiane = 630 minutes; écart interquartile = 415-995 minutes) dans les 48 heures suivantes, la blessure nuisait à la récupération du TCCL comparativement à ceux qui limitaient leur exposition (médiane = 130 minutes; écart interquartile = 61-275 minutes) (Macnow et al., 2021). Ainsi, cette étude démontre que limiter le temps d'écrans dans les deux premiers jours suivants la blessure est associée à un temps de récupération du TCCL plus court que lorsqu'il n'y a pas de restrictions d'écrans. D'autres études devront vérifier la durée optimale des restrictions d'écrans et quels types d'écrans devraient être évités (Chrisman et al., 2021; Macnow et al., 2021). Ces résultats ne sont donc pas généralisables aux adultes qui ont des symptômes persistants d'un TCCL depuis plus de trois mois. Pour ces derniers, il est plutôt recommandé qu'ils s'exposent graduellement selon leur tolérance aux efforts cognitifs et physiques à des activités cognitives diverses comme le travail, la lecture, utiliser leur ordinateur, regarder la télévision ou jouer à des jeux vidéo (ONF, 2018, Silverberg et al., 2013). Il est possible de faire certaines adaptations aux écrans afin de tenter d'augmenter le confort d'utilisation (McKinnon et al., 2020). Par

exemple, l'utilisation de filtres pour diminuer la luminosité des écrans, modifier la grosseur des caractères à l'écran ou en modifiant le type d'écrans (Ann Mansur et al., 2017).

2.4.1 L'activité physique en télésanté auprès des personnes avec un traumatisme craniocérébral léger

Comme ce format est relativement nouveau, il existe peu de connaissances quant à la faisabilité et à l'efficacité des interventions en AP réalisées en modalité de télésanté pour les personnes de tous âges ayant subi un TCCL. Une récente étude publiée en 2021, soit après le début des travaux de cette thèse en 2017, a démontré la faisabilité, l'acceptabilité et les bienfaits potentiels sur les symptômes persistants d'une intervention en AP réalisée en télésanté auprès d'une clientèle pédiatrique (Chrisman et al., 2021). Cette étude a recruté 19 enfants, adolescents et jeunes adultes (moyenne : $14,5 \pm 42,3$ ans; étendue : 10 à 20 ans) qui avaient des symptômes en moyenne depuis deux mois après leur blessure. L'intervention consistait à demander aux participants de se fixer un objectif d'effort physique de type aérobie de leur choix et de commencer leur effort à 10 minutes par jour à une intensité de 120 battements par minute, pour progressivement augmenter jusqu'à 60 minutes par jour à une intensité de 140 battements par minute. Les participants portaient un moniteur d'AP (Fitbit Charge 2, Fitbit Inc.) pour les aider à suivre et adapter leur intensité, et pouvait choisir l'AP de leur choix. L'ensemble de l'intervention, incluant la collecte de données, a été réalisé en modalité de télésanté. De plus, les participants avaient des rencontres hebdomadaires d'environ 15 minutes chaque semaine avec un assistant de recherche pour effectuer un suivi.

Bien que cette étude semble suggérer qu'offrir cette intervention en AP en télésanté soit faisable, il existe des limites importantes qui indiquent que d'autres études sont nécessaires afin d'offrir une intervention en AP à des adultes. D'abord, il n'est pas possible de bien généraliser les résultats aux adultes avec des symptômes persistants d'un TCCL. En effet, l'intensité de départ proposée dans l'intervention n'est pas adéquate pour un adulte et peut provoquer l'augmentation des symptômes post-commotionnels. Un effort physique à une intensité correspondant à 120 battements par minute d'un adolescent de 15 ans ne représente pas le même effort physique que pour un adulte de 60 ans, qui risque donc d'être trop intense. Ensuite, la durée moyenne des symptômes persistants de l'échantillon d'adolescents inclus dans l'étude de Chrisman et al.

(2021) était de seulement deux mois après la blessure. Ainsi, les résultats ne peuvent être généralisés aux adultes qui ont des symptômes persistants depuis plus de trois mois. En plus de ces enjeux, les auteurs rapportent peu de détails à propos des difficultés technologiques vécues et ne stipulent pas si l'intervention était sécuritaire. En effet, deux participants ont indiqué que leurs symptômes se sont empirés à la fin de l'étude. Ce manque de détails à propos de la faisabilité d'offrir une intervention en télésanté peut représenter un frein pour des cliniciens et des gestionnaires qui aimeraient implanter cette intervention en pratique clinique.

Au moment d'écrire cette thèse en juin 2022, il n'existait pas d'intervention en AP offerte entièrement en télésanté à des adultes avec des symptômes persistants d'un TCCL. Cette thèse entreprend de répondre à ce besoin clinique important de développer ce type d'intervention en AP.

2.5 Pertinence et objectifs de la thèse

Le TCCL est une blessure très commune pouvant entraîner des conséquences importantes sur le devenir des adultes qui en récupèrent lentement. Les guides de pratique clinique recommandent une prise en charge interdisciplinaire en réadaptation, incluant de l'AP pour favoriser la diminution des symptômes post-commotionnels persistants et accroître la participation. Toutefois, les consignes de ces guides ne sont pas claires pour offrir de l'AP aux adultes ayant subi un TCCL. De plus, les études qui résument les résultats d'interventions en AP disponibles dans les écrits rapportent des informations insuffisantes pour répliquer l'intervention ou s'en inspirer pour l'offrir en pratique clinique. Aussi, il pourrait exister des enjeux importants en termes d'accessibilité physique, d'abordabilité et d'acceptabilité dans les interventions en AP précédemment présentées. Conséquemment, les fournisseurs de réadaptation interdisciplinaires pour cette clientèle ont peu de données probantes pour baser leurs interventions en AP à l'ensemble de leurs usagers. Ceci met à risque les experts cliniques d'offrir des interventions en AP uniquement basée sur leur expertise ou de ne pas en offrir du tout. Cette thèse a pour objectifs de répondre à ces besoins cliniques et scientifiques en développant une intervention en AP qui vise à diminuer les symptômes post-commotionnels persistants (symptômes physiques, cognitifs et émotionnels) qui pourra être offerte en télésanté à des adultes ayant subi un TCCL. Cet effort est entrepris dans le but ultime d'aider les milieux de réadaptation interdisciplinaire à offrir de l'AP à une plus vaste clientèle.

Le projet de thèse a été structuré en deux objectifs distincts :

Objectif 1 : Identification des composantes essentielles des interventions en AP existante dans la littérature scientifique ainsi que ceux offerts par les experts cliniques québécois.

Sous-objectif 1a : Décrire les caractéristiques, les résultats sur la santé mesurés, les outils de mesures et l'efficacité des interventions en AP physique visant à améliorer la santé des personnes ayant subi un TCCL dans la littérature scientifique, la littérature grise et dans les programmes québécois offrant des services spécialisés à cette clientèle.
(Articles 1 et 2)

Sous-objectif 1b : Déterminer les perceptions des gestionnaires, des cliniciens et d'usagers quant aux forces, aux faiblesses, aux menaces et aux opportunités d'une intervention en AP offerte aux adultes ayant des symptômes persistants d'un TCCL au sein d'un programme clinique. (Article 3)

Objectif 2 : Développement, évaluation de la faisabilité, de la sécurité, de l'acceptabilité et exploration des effets sur la santé d'une intervention progressive de marche offerte en télésanté à des adultes ayant des symptômes persistants d'un TCCL. (Article 4)

Chapitre 3 – Méthodologie

Ce chapitre décrit le déroulement général de la thèse et inclut un résumé des approches méthodologiques utilisées pour répondre à ses objectifs, une synthèse du processus de développement et les détails de l'intervention progressive de marche en télésanté. Cette section se termine avec un survol des assises théoriques de la thèse.

3.1 Déroulement général de la thèse

Entre l'été 2017 et l'hiver 2022, quatre projets ont été réalisés pour atteindre les deux objectifs de la thèse. Les trois premiers projets ont été structurés de sorte à générer les connaissances qui allaient permettre le développement de l'intervention en activité physique (AP) (objectif 1). Le quatrième projet a été bâti pour déterminer si la nouvelle intervention de marche en télésanté était faisable, sécuritaire, acceptable et potentiellement bénéfique pour la santé (objectif 2). La figure 1 contient une représentation conceptuelle des projets de la thèse.

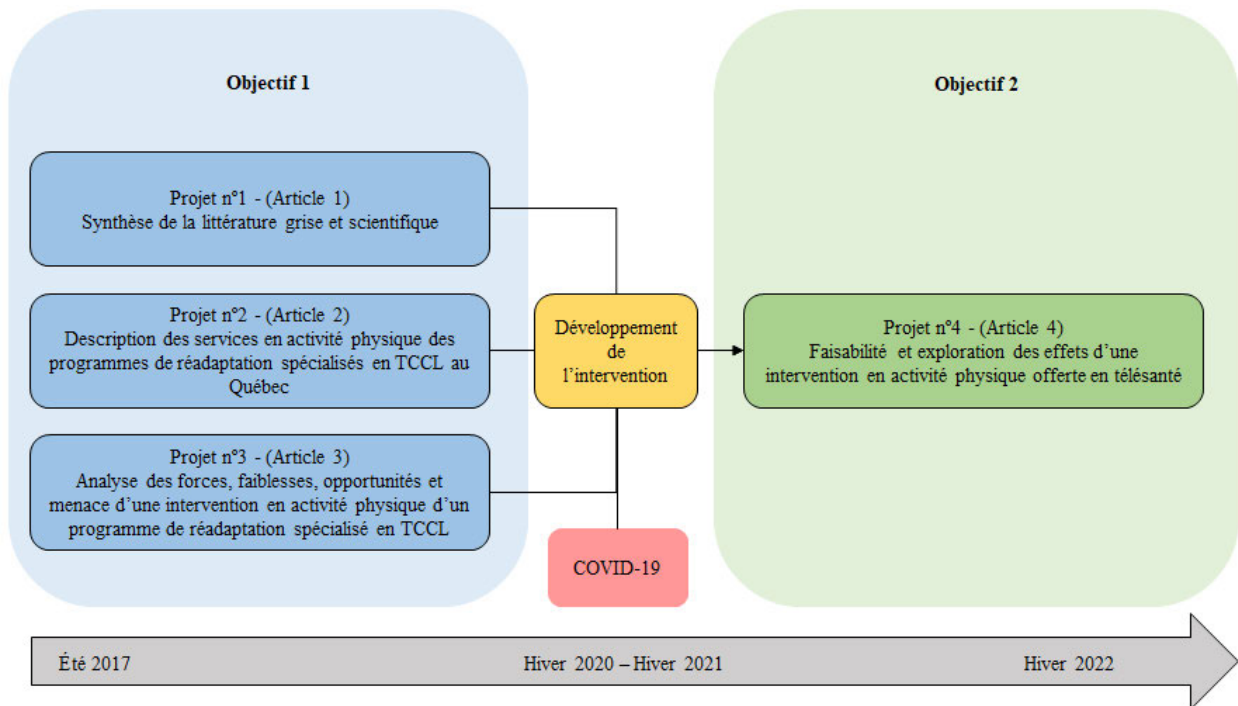


Figure 1 : Représentation conceptuelle des projets de la thèse, du développement de l'intervention de marche en télésanté et les articles associés aux projets

3.2 Résumé des approches méthodologiques

Un survol des besoins répondus par chaque projet de la thèse, les justifications appuyant les choix des devis de recherche, les méthodes employées de même que d'autres éléments contextuels qui n'ont pas pu être décrits dans les sections méthodologiques des quatre articles contenus dans cette thèse sont rapportés de façon succincte ici afin d'éviter la redondance. Les approches méthodologiques sont présentées par projet ainsi que par objectifs poursuivis.

3.2.1 Projet n° 1 — Synthèse de la littérature grise et scientifique (sous-objectif 1a — article 1)

Face au peu d'informations disponibles sur l'AP dans les guides de pratique clinique (FON, 2018; Eapen et al., 2022) et dans le consensus d'experts sur les commotions cérébrales dans le sport (McCrory et al., 2017), il apparaissait important de documenter les écrits à propos des interventions en AP et d'identifier les composantes importantes qui serviront à bâtir la nouvelle intervention en AP. Ainsi, les objectifs de ce projet étaient de documenter les caractéristiques, les effets sur la santé mesurés, les outils de mesures utilisés et l'efficacité des interventions en AP destinée à améliorer la santé des personnes avec un traumatisme craniocérébral léger (TCCL). Pour atteindre ces buts, une approche méthodologique de synthèse des écrits de type **revue de la portée** a été choisie.

Une revue de la portée est un type de revue de la littérature qui recense la quantité d'écrits dans un domaine de recherche et qui peut identifier des concepts importants, des théories et des lacunes dans les connaissances (Arksey et O'Malley, 2005; Levac et al., 2010; Tricco et al., 2018). Cette approche permet de répondre à des questions de recherche larges, en se servant comme source d'informations des écrits scientifiques qui peuvent avoir des devis de recherche variés et même d'écrits en provenance de la littérature grise (écrits non vérifiés par les pairs). La méthodologie de la revue de la portée a été structurée en six étapes selon le canevas méthodologique proposé par Levac et al. (2010) ainsi que par les critères de la grille de vérification de l'extension PRISMA pour les revues de la portée (Tricco et al., 2018). Le protocole de recherche de ce projet a été publié dans le journal scientifique en accès libre BMJ Open annexé à cette thèse (voir Annexe 1).

Les analyses d'une revue de la portée font partie de la cinquième étape de la méthodologie de Levac et al., (2011). Les données quantitatives et qualitatives étant jugées pertinentes pour répondre aux questions de recherche ont été extraites et mises dans des tableaux. Par la suite, des efforts de synthèse ont été effectués afin de regrouper les résultats similaires et d'en faciliter la compréhension. Les domaines de la santé mesurés documentés dans les articles sélectionnés ont été répertoriés et classifiés en utilisant la Classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé (CIF) (OMS, 2001). Lorsqu'appropriés, des statistiques descriptives telles que les fréquences et des pourcentages ont été calculés. Par exemple, des fréquences et des pourcentages ont été calculés pour quantifier comment les items du CERT étaient rapportés dans les articles sélectionnés.

La sixième étape du canevas méthodologique utilisé pour structurer la revue de la littérature suggère de consulter les parties prenantes afin de mieux adapter les résultats du projet aux besoins des utilisateurs potentiels (Levac et al., 2010). Des séances de travail et deux rencontres officielles ont eu lieu avec des experts cliniques travaillant au sein du programme pour les personnes avec un TCC du Centre intégré de santé et services sociaux du Centre-Sud-de-l'Île-de-Montréal (CCSMTL). Ces experts étaient des administrateurs ainsi que des cliniciens travaillant avec des adultes ayant des symptômes persistants d'un TCCL. Ces rencontres avaient pour objectifs d'adapter les analyses à leurs besoins, de faciliter l'interprétation des résultats et de discuter de l'utilisation potentielle dans leur pratique. Des démarches pour intégrer un usager partenaire ont été effectuées en amont des rencontres et à de nombreuses reprises durant le déroulement de la revue de la portée. Toutefois, ces démarches n'ont pas mené à l'intégration d'un usager partenaire dans l'équipe de recherche.

3.2.2 Projet n° 2 — Description des services en activité physique des programmes de réadaptation spécialisés du Québec (sous-objectif 1a — article 2)

Les lacunes en informations sur l'AP dans les guides de pratique clinique (FON, 2018; Eapen et al., 2022) ainsi que dans le consensus d'experts (McCrary et al., 2017) agissent plausiblement sur la manière dont l'AP est offerte en milieu clinique. En effet, devant l'absence de recommandations précises, il est probable que les experts cliniques fournissant les services aient développé des interventions en AP basées sur leurs propres connaissances. Ainsi, les objectifs

de ce deuxième projet étaient de documenter les caractéristiques, les objectifs d'interventions, les activités offertes et les ressources des interventions en AP offertes dans les programmes spécialisés de réadaptation du Québec fournisseurs de services aux adultes avec des symptômes persistants d'un TCCL. L'annexe 2 est une copie de la décision de l'évaluation éthique rendue par le Comité d'éthique de la recherche des établissements du CRIR.

Ce projet a suivi un devis descriptif transversal. Un sondage électronique a été sélectionné comme méthode de collecte de données puisque cela permet de collecter un grand nombre d'informations (Ponto, 2015). Le sondage a été réalisé à l'aide d'un questionnaire électronique développé en utilisant trois ressources distinctes. Premièrement, la grille de vérification pour le rapport des sondages électroniques a été utilisée pour inclure les caractéristiques clés d'un sondage électronique (Eysenbach, 2004). Deuxièmement, les concepts qui représentent les composantes essentielles permettant de décrire une intervention en santé, soit les ressources nécessaires, les objectifs d'interventions et les activités offertes ont été choisis pour formuler les questions du sondage qui se rapportent à la description de l'offre de service en AP (Brousselle et al., 2011). Troisièmement, la grille de vérification *Consensus on Exercise Reporting Template (CERT)* qui est une grille de vérification composée de 17 items représentant les éléments jugés essentiels pour faciliter la réplique d'une intervention en santé qui utilise de l'AP (Slade et al., 2016) a été choisi pour décrire en détails les interventions en AP. Après avoir conçu une première version du sondage, une représentante du ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS), un chef de programme et deux experts cliniques du CCSMTL ont contribué à réviser et bonifier le sondage. Ce projet a été présenté à la table nationale en Déficience intellectuelle, Trouble du spectre de l'autisme et Déficience physique (DI-TSA-DP), un comité du MSSS qui coordonne les services et les ressources des programmes de réadaptation du Québec. Ensuite, les directeurs des programmes en DI-TSA-DP, qui gèrent les services de réadaptation aux adultes avec des symptômes d'un TCCL, ont reçu une invitation par courriel à participer au sondage. Ce courriel, incluant l'hyperlien vers le sondage en ligne, leur a été envoyé pour qu'ils le transmettent aux chefs des programmes spécialisés. Un deuxième envoi a été nécessaire environ six mois plus tard, cette fois-ci seulement aux chefs des programmes spécialisés. L'annexe 3 contient le sondage envoyé.

Une analyse de contenu quantitative a été réalisée pour analyser les données obtenues des répondants (Vaismoradi et al., 2013, Kondracki et al., 2002). Pour chaque question à court développement, une liste de catégorie a été créée de façon inductive en se basant sur les réponses des répondants. Ces catégories ont été construites de sorte qu'elles soient mutuellement exclusives. La validité de contenu de ces catégories mutuellement exclusives a été vérifiée par Bonnie Swaine dans des réunions de travail. Des statistiques descriptives ont été utilisées pour quantifier les catégories provenant des questions à court développement et ainsi que les réponses aux choix multiples.

3.2.3 Projet n° 3 — Analyse des forces, faiblesses, opportunités et menaces d'une intervention en activité physique d'un programme de réadaptation spécialisé (sous-objectif 1b — article 3)

Il existe peu d'études au sujet des interventions en AP offertes en milieu de réadaptation. De plus, il y a peu de connaissances sur l'expérience des fournisseurs de services et de leurs usagers à propos d'une intervention en AP donnée en contexte interdisciplinaire de réadaptation. Il était donc difficile de développer une intervention destinée à être implantée et dispensée en contexte de réadaptation interdisciplinaire sans connaître le contexte organisationnel dans lequel elle pourrait être offerte. Ainsi, afin de mieux orienter l'intervention vers la réalité clinique, il était important de connaître le contexte organisationnel, l'expérience des experts cliniques ainsi que celle des usagers du service en AP d'un programme spécialisé en gestion des adultes ayant subi un TCCL persistant. C'est pourquoi, l'objectif de ce projet était de documenter les perceptions des gestionnaires, des experts cliniques et des usagers à propos de l'intervention en AP offerte au sein du CCSMTL. L'annexe 4 et 5 contiennent respectivement, le certificat d'éthique et le formulaire d'information et de consentement émis et approuvé par le Comité d'éthique de la recherche des établissements du CRIR.

Ce projet a utilisé un devis de recherche qualitatif descriptif pour comprendre l'expérience d'un phénomène dans son état naturel, sans viser à la changer ou à interférer avec son déroulement (Beuving et Vries, 2015; Colorafi et al., 2016). L'entrevue semi-dirigée a été choisie comme méthode de collecte de données puisqu'elle permet d'assembler une grande quantité d'information et d'explorer en profondeur les perceptions d'un individu par rapport à un

phénomène (Miles et al., 2014). Le guide d'entrevue, les analyses et la façon de rapporter les résultats ont été structurés par le canevas d'analyse FFOM. L'acronyme FFOM (SWOT) représente les forces (*Strength*), les faiblesses (*Weakness*), les opportunités (*Opportunities*) et les menaces (*Threats*). Ce canevas d'analyse a été choisi puisqu'il est utile pour planifier et guider le changement dans les services en santé (Camden et al., 2009; van Wijngaarden et al., 2012). Il peut donc être pertinent pour identifier les enjeux principaux à considérer pour bâtir une nouvelle intervention en santé.

Une analyse de contenu semi-inductive en deux phases a été utilisée pour analyser les verbatims des entrevues. La première phase a consisté à générer une liste de forces, faiblesses, opportunités et menaces. En effet, après la lecture de l'ensemble des verbatims, un dictionnaire de code à quatre niveaux basés sur les catégories du FFOM a été utilisé pour coder le texte des verbatims. Par exemple, si un clinicien rapportait des enjeux de communications, le code « Faiblesse_Communication » aurait pu lui être attribué. La deuxième phase a été de regrouper les différentes catégories de codes en de plus grandes catégories qui regroupaient des éléments similaires des forces, faiblesses, opportunités et menaces. Par exemple, la grande catégorie « Communication » a été produite puisqu'il y avait des forces et des faiblesses en lien avec la communication.

3.2.4 Développement de l'intervention progressive de marche en télésanté

Les travaux pour le développement d'une intervention en AP destinées pour les adultes ayant des symptômes d'un TCCL ont commencé dès l'amorce de cette thèse. En effet, les partenaires cliniques du programme pour les personnes avec un TCC du CCSMTL, des chercheurs et le candidat au doctorat avaient comme objectif commun de développer une nouvelle intervention en AP qui était destiné aux usagers de ce programme. Entre 2017 et 2020, les partenaires cliniques se sont impliqués et ils ont aidé le candidat au doctorat à générer des connaissances adaptées à leurs besoins cliniques durant les deux premiers projets de cette thèse. Ils ont aussi offert généreusement leur temps pour partager leurs perspectives sur leur offre de service en AP dans le cadre du projet n° 3 afin de mieux connaître le contexte d'une intervention en AP offerte en contexte de réadaptation interdisciplinaire. Au début 2020, le candidat au doctorat avait entamé des démarches pour partager les résultats des projets n° 1, 2 et 3 afin de codévelopper

une intervention en AP et ultimement, la mettre à l'essai au sein de leur programme. Toutefois, à partir des premières restrictions sanitaires associées à la COVID-19 et des conséquences sur les services cliniques, les cliniciens et les chercheurs n'ont pas pu continuer à collaborer sur la production d'une nouvelle intervention en AP. Ainsi, le développement de l'intervention en AP a été hautement influencé par le contexte clinique des partenaires du CCMTL ainsi que des restrictions sanitaires dû à la COVID-19.

3.2.4.1 L'intervention progressive de marche en télésanté

Les directrices de cette thèse, Bonnie Swaine et Isabelle Gagnon, les chercheuses Michelle McKerral et Elaine de Guise ainsi que le candidat au doctorat ont donc poursuivi les efforts de développement d'une intervention en AP qui pourrait être offerte en contexte de pandémie et être adaptée advenant une reprise des services d'avant la pandémie. Le candidat au doctorat a été le principal concepteur de l'intervention, mais tous ont contribué à codévelopper l'intervention progressive à la marche en s'inspirant des résultats issus des projets bonifiés par les partenaires cliniques et de leur expérience clinique. Pour développer l'intervention, la grille de vérification du CERT (Slade et al., 2016) a été utilisée pour s'assurer de contenir et de rapporter les caractéristiques importantes de l'intervention. De façon itérative, les différentes versions de l'intervention ont été vérifiées et bonifiées durant des séances de travail ainsi qu'à l'aide de révisions et d'amendements au protocole de recherche.

Comme point de départ pour le développement de l'intervention en AP, le candidat au doctorat a révisé les résultats des deux premiers projets et a identifié que la marche était une intervention prometteuse pour la clientèle ayant un TCCL. L'intervention de marche de Bellon et al. (2015) était la seule intervention de la littérature scientifique qui avait utilisé la marche auprès d'adultes ayant subi un TCC et certains cliniciens des programmes cliniques répondants rapportaient utiliser cette approche auprès de leur clientèle. Cette intervention recommandait une progression douce du nombre de pas marché par semaine, ce qui semblait convenir aux cliniciens et aux usagers avec des symptômes persistants d'un TCCL. Cette approche nécessitait néanmoins des adaptations pour être offerte entièrement en télésanté et à une clientèle ayant des symptômes persistants d'un TCCL.

Le candidat au doctorat a ensuite triangulé les résultats des trois premiers projets, aidé de sa propre expertise et ses connaissances de la clientèle cible et des programmes interdisciplinaires en réadaptation afin de bâtir la nouvelle intervention autour du principe de progression de l'intervention de marche de Bellon. Les résultats des trois projets ont influencé, de près ou de loin, les différentes composantes de l'intervention à la marche. Le tableau 1 a été produit pour la thèse afin de mieux illustrer quelles ont été les résultats des projets qui ont le plus influencé le développement de l'intervention progressive à la marche en télésanté. Ainsi, un indicateur sous forme de crochet dans les colonnes de droites du tableau signifie que les résultats du projet ont eu une influence importante sur le développement de la caractéristique de l'intervention. Par exemple, il est indiqué que l'item n° 7a, qui se rapporte aux règles décisionnelles pour déterminer la progression de l'effort physique, a été influencé par les résultats des projets n° 1 et n° 3. En effet, le projet n° 1 a permis d'identifier la progression en AP de Bellon dans les écrits et le projet n° 3 démontre l'importance pour les personnes ayant subi un TCCL usager de services interdisciplinaires de réadaptation de recevoir une prescription d'AP qui est claire et structurée. Toutefois, il n'y avait peu de résultats du projet n° 2 qui ont pu influencer grandement le développement de l'item 7a puisqu'il n'y a pas eu de résultats se rapportant aux règles décisionnelles pour la progression d'AP.

Tableau 1 : Caractéristiques et origine des caractéristiques de l'intervention de marche progressive en télésanté de huit semaines

Items modifiés de la grille CERT	Caractéristiques de l'interventions	Influence des résultats		
		Projet n° 1	Projet n° 2	Projet n° 3
1. Description de l'équipement	Exigences pour les adultes ayant subi un TCCL : <ul style="list-style-type: none"> - Ordinateur, téléphone intelligent ou tablette électronique avec webcam, microphone et Bluetooth. - Adresse courriel - Chaussures pour la marche en plein air Exigences pour le fournisseur de services : <ul style="list-style-type: none"> - Moniteur d'activité Fitbit Inspire 2 - Application Fitbit en ligne - Licence Zoom - Ordinateur 			
2. Description des compétences, de l'expertise ou	L'intervention peut être offerte par un professionnel de la santé ou un étudiant dans le domaine de la santé sous la supervision d'un	✓	✓	✓

de la formation des intervenants	<p>professionnel qualifié, soient un kinésologue, un ergothérapeute, un physiothérapeute ou un thérapeute du sport.</p> <p>Les professionnels impliqués doivent se familiariser avec :</p> <ul style="list-style-type: none"> - L'intervention - L'administration des questionnaires - La communication par courriel et via la plateforme de télésanté - La manipulation du moniteur d'AP - Les techniques motivationnelles 			
3. Description de l'AP : modalité individuelle ou en groupe ?	<p>L'intervention de marche est réalisée de façon individuelle</p> <ul style="list-style-type: none"> - Toutefois, l'adulte ayant subi un TCCL est libre de marcher seul ou avec des pairs (p. ex., famille, amis) - L'adulte ayant subi un TCCL n'est pas en contact avec d'autres adultes avec un TCCL du projet de recherche 	✓	✓	✓
4. Description de l'AP : supervisé ou non ?	<p>La marche progressive est encadrée :</p> <ul style="list-style-type: none"> - L'adulte ayant subi un TCCL fait ses marches sans supervision - Des séances hebdomadaires sont prévues pour superviser la progression et ajuster les objectifs 	✓	✓	✓
5. Description de la mesure de l'observance thérapeutique	<p>L'observance thérapeutique s'appuie sur la participation aux 10 séances de télésanté :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Une séance initiale pour expliquer le fonctionnement du moniteur Fitbit et évaluer l'état de base de marche - Une séance pour l'administration des questionnaires et le lancement de l'intervention - Sept séances hebdomadaires en télésanté - Une séance pour la mesure des résultats sur la santé 	✓		
6. Description des stratégies motivationnelles	<p>Les stratégies motivationnelles sont les suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La planification et la fixation d'objectifs, l'évaluation de l'écart entre le comportement et les objectifs, ententes sur les objectifs - Rétroaction sur le comportement, autosurveillance du comportement et des résultats, rétroaction sur les résultats du comportement - Soutien social - Augmenter les connaissances sur l'AP et le TCCL - Formation d'habitudes, tâches graduées 	✓		

7a. Description des règles décisionnelles pour déterminer la progression	Augmenter le nombre total de pas marchés de 40 % à la fin de l'intervention par rapport au nombre total de pas effectués pendant la semaine de référence. La progression suit une augmentation de 5 % de pas marchés par semaine	✓		✓
7b. Description de la progression	Le professionnel et l'adulte ayant subi un TCCL fixent des objectifs de marche hebdomadaires : <ul style="list-style-type: none"> - Si l'objectif hebdomadaire n'est pas atteint, un nouvel objectif est déterminé - Si l'objectif hebdomadaire de 5 % est atteint, un nouvel objectif pour la semaine prochaine de 5 % est suggéré - Si le participant atteint ≥ 40 % des étapes hebdomadaires de base, aucun objectif plus élevé n'est suggéré - L'adulte ayant subi un TCCL peut utiliser les minutes de marche, la fréquence et la distance pour l'aider à fixer ses objectifs 	✓	✓	✓
8. Description de chaque type d'AP	La marche est le seul type d'AP	✓	✓	
9. Description de tout élément en lien avec un programme à domicile	L'intervention de marche progressive de huit semaines est un programme à domicile et ne comprend aucune autre composante d'exercice que la marche	✓		
10. Description de toutes autres composantes	Le moniteur d'AP et le journal de marche : <ul style="list-style-type: none"> - Port du moniteur Fitbit en tout temps, sauf lorsque la personne se lave ou recharge la montre - Journal de marche qui contient les objectifs de la semaine, le nombre et la durée des marches au quotidien ainsi que le nombre de pas à atteindre à la fin de la semaine 		✓	
11. Description du type d'événement indésirable potentiel	Événements indésirables mineurs : <ul style="list-style-type: none"> - Une chute : <i>Un événement inattendu qui fait tomber la personne ayant subi un TCCL pendant une marche</i> - Une nouvelle blessure : <i>Blessure musculosquelettique qui survient pendant que la personne ayant subi un TCCL marchait et qui est jugée mineure (p. ex., entorse à la cheville, entorse au genou)</i> - Augmentation des symptômes post-commotionnels : <i>Augmentation soudaine et soutenue des symptômes post-commotionnels pendant ou après une période de marche</i> Événement indésirable majeur : <ul style="list-style-type: none"> - Une nouvelle blessure : <i>Un TCCL ou une blessure musculosquelettique qui survient durant une période de marche</i> 	✓	✓	

	<p><i>et qui est considérée comme majeure (p. ex., une fracture)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Une visite à l'urgence : <i>Blessure ou événement résultant d'une période de marche qui nécessitent une visite à l'urgence</i> 			
12. Description de l'environnement des AP	Les personnes ayant subi un TCCL peuvent marcher à l'intérieur (p. ex., tapis roulant, centres commerciaux) et à l'extérieur (p. ex., parcs, rues, zone boisée)	✓	✓	✓
13. Description de l'intervention en télésanté	<p>Une séance de télésanté dure environ 30 minutes et se déroule comme suit :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La personne ayant subi un TCCL envoie son journal de marche avant la séance - Synchronisation du moniteur Fitbit avec l'application Fitbit - Discussion de l'atteinte de leurs objectifs, des facilitateurs et des barrières à la marche - Prévision de nouveaux objectifs et identification des facilitateurs potentiels et des obstacles à l'atteinte de ses objectifs - Confirmation du prochain rendez-vous et envoi du journal de marche mis à jour 		✓	✓
14a. Description des AP : génériques ou adaptés ?	Le type d'exercice est la marche et il est générique	✓		
14b. Description de la façon dont l'AP est adapté	S.O.			
15. Description de la règle de décision pour déterminer le niveau de départ	<p>Le nombre de pas à marcher pour la première semaine de l'intervention est basé sur une augmentation de 5 % du nombre total de pas parcourus lors de la semaine de référence :</p> <ul style="list-style-type: none"> - P. ex., un total de 33 131 pas marchés nécessite une augmentation de 1556 pas 	✓		
16a. Description de la fidélité à l'intervention d'AP : évaluée ou mesurée ?*	<p>Mesures de faisabilité :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Observance thérapeutique de l'intervention - Problème technologique - Sécurité - Acceptabilité - Dimensions de la santé <ul style="list-style-type: none"> o Nombre de pas o Symptômes post-TCCL o Kinésiophobie o Humeur, Fatigue, Sommeil o Qualité de vie 	✓	✓	✓
16b. Description de la fidélité au protocole*	Voir les résultats de l'étude de faisabilité (chapitre 4 - article 4)			

Notes : CERT = Consensus on Exercise Reporting Template; ✓ = Le contenu composant l’item a été influencé en partie ou en totalité par les résultats du projet ; AP = Activité physique; TCCL = Traumatisme craniocérébral léger, S.O. = Sans objet; * La fidélité, soit le degré à laquelle une intervention est offerte comme elle le devrait (p. ex. : observance thérapeutique et dosage de l’intervention, la qualité de l’exécution de l’intervention, l’engagement des participants, le contexte) (Damschroder et al., 2009) ne faisait pas partie de l’objectif de l’étude de faisabilité et ne peut donc pas être rapporté ici. Les mesures de faisabilités sont rapportées à la place.

3.2.5 Projet n° 4 — Étude de faisabilité et exploration des effets d’une intervention progressive de marche en télésanté pour des adultes ayant des symptômes persistants d’un TCCL (objectif 2 — article 4)

Considérant la rareté des études sur les interventions en AP offertes en télésanté aux adultes avec des symptômes persistants d’un TCCL, il existait peu de connaissances qui indiquaient que des interventions en AP dispensées en télésanté étaient faisables, sécuritaires, acceptables et potentiellement bénéfiques pour la santé. Il était donc important de déterminer si la nouvelle intervention progressive de marche en télésanté avait le potentiel d’être offerte dans un milieu spécialisé de réadaptation. Par conséquent, les objectifs de ce projet étaient de déterminer la faisabilité, la sécurité, l’acceptabilité de l’intervention progressive de marche en télésanté pour les adultes avec des symptômes persistants d’un TCCL et d’en explorer les effets. L’annexe 8 et 9 contiennent, respectivement, le certificat d’éthique et le formulaire d’information et de consentement émis et approuvé par le Comité d’éthique de la recherche des établissements du CRIR.

Pour atteindre cet objectif, une étude de faisabilité a été adoptée puisqu’elle est utile pour déterminer si une intervention de santé réalisée, si elle doit être utilisée et comment elle devrait être offerte (Eldridge et al., 2016). Ce type d’étude vise avant tout à déterminer la faisabilité à réaliser une intervention. Donc, elle ne consiste pas en une étude préparatoire pour un essai contrôlé randomisé et l’investigation des effets sur la santé demeure secondaire (Eldridge et al., 2016). Dans le cadre de cette thèse, l’étude de faisabilité a utilisé un devis mixte parallèle

convergeant avec des mesures prises avant et après l'intervention, et ce, sur un groupe d'adultes ayant des symptômes persistants d'un TCCL (Edmonds et al., 2017). Ainsi, des données quantitatives et qualitatives ont été collectées de façon concurrente, ce qui signifie que les données ont été collectées durant la même période sans que les résultats d'une approche influencent la collecte de données de l'autre approche (voir Figure 2). Plus spécifiquement, les données quantitatives ont été collectées au début, pendant, et à la fin de l'intervention à l'aide de divers questionnaires standardisés sur la santé, d'un questionnaire d'acceptabilité de l'intervention développée pour le projet, d'un journal de marche ainsi qu'en utilisant les données provenant du moniteur d'AP Fitbit Inspire 2 (Fitbit Inc., États-Unis). Les données qualitatives, quant à elles, ont été collectées durant les rencontres hebdomadaires à l'aide des journaux de bords des assistants de recherche et environ une semaine après l'intervention en faisant une entrevue semi-dirigée individuelle d'une durée de 60 minutes. Les données quantitatives et qualitatives ont été analysées séparément. Puis, les résultats ont été combinés de sorte à obtenir une compréhension plus complète de la faisabilité, de la sécurité, de l'acceptabilité et des effets potentiels de l'intervention. La Figure 2 résume les étapes importantes du projet n° 4 de la thèse.

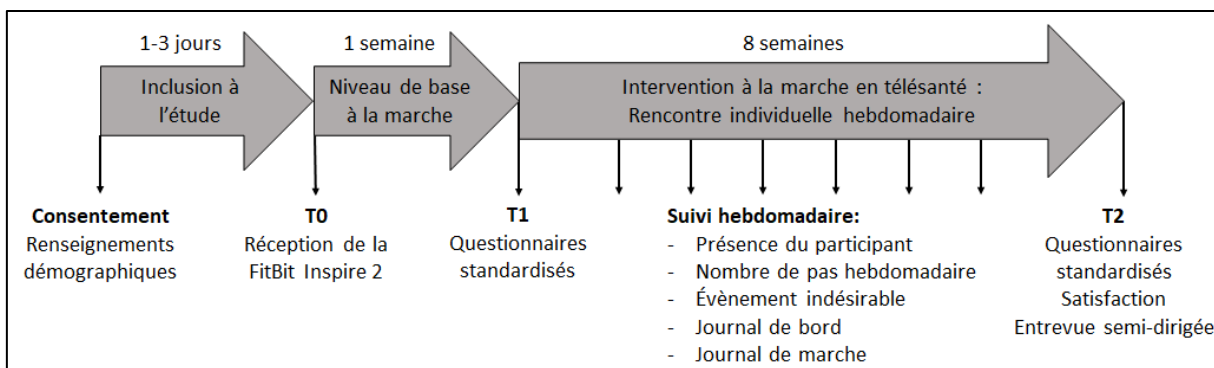


Figure 2 : Processus de collecte de données pour évaluer la faisabilité de l'intervention progressive de marche en télé santé

Faisabilité et acceptabilité

Le concept de faisabilité de ce projet réfère au degré de possibilité d'entreprendre ou d'offrir cette intervention dans un contexte se rapprochant de celui pour lequel elle a été conçue. La définition de ce concept ne provient pas d'un cadre théorique précis, mais s'inspire des composantes identifiées dans des travaux antérieurs comme pouvant déterminer si une

intervention en AP auprès des personnes avec un TCCL est faisable (Leddy et al., 2010, Chin et al., 2015, Chrisman et al., 2021). De plus, cette définition s'aligne sur les raisons pratiques sur lesquels une étude de faisabilité est basée, c'est-à-dire que les intérêts centraux visent à répondre si l'objet à l'étude peut être réalisé et comment (Eldridge et al., 2016). Ainsi, les mesures de faisabilité choisies incluent des composantes suivantes : l'attrition à l'étude, l'adhésion à l'intervention, l'adaptation des séances en télésanté, et les enjeux technologiques (p. ex. : la fiabilité de la connexion internet, la qualité du son et de la vidéo, l'utilisation du moniteur d'AP).

Attrition à l'étude : L'attrition à l'étude est mesurée en fonction du nombre de personnes ayant complété l'ensemble de l'intervention comparativement au nombre de personnes ayant commencé l'intervention. Une personne ayant manqué trois rencontres en télésanté et plus ou qui décline de poursuivre l'intervention est considérée comme un abandon. Afin de juger l'intervention faisable, $\geq 80\%$ des personnes ayant commencé l'intervention devront l'avoir complété. Le critère de $\geq 80\%$ a été jugé adéquat en se basant sur les résultats d'autres interventions en AP auprès de la population à l'étude (Leddy et al., 2010; 2019, Chin et al., 2015, Chrisman et al., 2021).

L'adhésion à l'intervention : L'adhésion à l'intervention en télésanté est mesurée en calculant le nombre de séances que les participants ont rencontré leur évaluateur sur le nombre de séances prévues. Afin de juger que l'intervention est faisable, la présence à $\geq 80\%$ des séances de l'ensemble des participants devra être atteinte. Ce critère de $\geq 80\%$ a été jugé adéquat en se basant, entre autres, sur les résultats d'autres interventions en AP auprès de la population à l'étude (Leddy et al., 2010, Chin et al., 2015, Chrisman et al., 2021).

L'adaptation des séances en télésanté et les enjeux technologiques : Le nombre de rencontres de télésanté modifié ainsi que la nature des adaptations requises est documentée. De même, le nombre et la nature des enjeux technologiques en lien avec les rencontres en télésanté, le matériel informatique utilisé et le moniteur d'AP Fitbit sont documentés. Par exemple, pour ce qui est des enjeux avec le moniteur d'AP Fitbit, l'évaluateur documente à chaque fin de

rencontre si le participant a vécu des difficultés durant la semaine précédente (p. ex. : oubli de recharger, pertes de données, mauvais fonctionnement, perte).

L'acceptabilité de l'intervention suit les principes du « Theoretical Framework of Acceptability » (TFA; Sekhon et al., 2017). Selon ce modèle, l'acceptabilité d'une intervention en santé se définit comme un « construit comprenant multiples facettes qui reflète comment une personne recevant une intervention de santé considère appropriée l'intervention en se basant l'anticipation de l'expérience ou la réponse cognitive et émotionnelle lors de l'expérience de l'intervention » (Sekhon et al., 2017). Ainsi, l'acceptabilité de l'intervention progressive à la marche se définit comme l'expérience vécue des participants de l'étude en réponse aux différents aspects et composantes de l'intervention tels que la durée, le format, le savoir-faire et le savoir-être des intervenants et la technologie utilisée. L'acceptabilité est mesurée par un questionnaire développé pour ce projet. Le questionnaire est composé de 17 énoncés incluant une échelle allant de 1 à 5 (1 = entièrement en désaccord, 2 = en désaccord, 3 = ni en accord ou en désaccord, 4 = en accord, 5 = entièrement en accord). Le questionnaire utilisé est inclus à l'annexe 18.

Dimension de la santé, outils de mesures et propriétés métrologiques

Les dimensions de la santé d'intérêts de cette étude de faisabilité ont été déterminées en utilisant la CIF³, l'état des connaissances à propos des dimensions de la santé pouvant être influencé lorsqu'un adulte a des symptômes persistants d'un TCCL ainsi que les résultats des trois premiers projets de cette thèse. La CIF a permis de guider les choix afin que les dimensions de la santé d'intérêts soient réparties dans les différentes composantes de la CIF, soit les fonctions du corps, les activités et la participation de même que les facteurs personnels. Le sommeil, la fatigue et l'humeur font partie de la composante fonction du corps, tandis que le nombre de pas marché fait partie des composantes activités et participation de la CIF. L'état des connaissances sur l'AP et les effets potentiels sur ces dimensions pouvant affecter les adultes avec un TCCL ont influencé le choix de ces dimensions. Aussi, en plus des symptômes post-commotionnels

³ La description de la Classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé est à la page 73

persistants, deux dimensions de la santé qui peuvent être classées dans la catégorie *facteurs personnels*, ont été sélectionnées en fonction des résultats de l'état de la littérature scientifique de même que des nouvelles connaissances générées par les résultats des premiers projets. En effet, la kinésiophobie a été incluse comme dimension de la santé d'intérêt en raison des résultats provenant du sondage auprès des programmes cliniques (projet n° 2) et l'évaluation des perceptions de l'intervention en activité physique du programme du CCSMTL (projet n° 3). Quant à elle, la qualité de vie a été sélectionnée puisqu'il est documenté que les adultes avec des symptômes persistants ont eu qualité de vie réduite (Emanuelson et al., 2003; Petchprapai et Winkelman, 2007; Voormolen et al., 2019) et que la revue de la portée (projet n° 1) a démontré qu'il y avait peu d'études ayant mesuré les effets potentiels de l'AP sur la qualité de vie.

Les outils de mesures inclus dans ce projet ont été sélectionnés pour leurs propriétés métrologiques. Le tableau 2 suivant comprend les dimensions de la santé sélectionnées dans le projet n° 4, les outils de mesures associées ainsi que leurs propriétés métrologiques.

Tableau 2 : Dimension de la santé, outil de mesure utilisé dans le cadre du projet 4 ainsi que leur propriété métrologique

Dimension de la santé	Outil de mesure	Propriété métrologique
Pas marchés	Fitbit Inspire 2	Une revue systématique de la technologie Fitbit démontre qu'elle est précise pour la mesure des pas chez les adultes (Feehan et al., 2018). Démontré valide (Validité concomitante : Coefficient de corrélation intraclasse =0.73) auprès d'une population ayant subi un TCC et des personnes ayant subi un accident vasculaire cérébral (Fulk et al., 2014).
Symptômes post-commotionnels	Questionnaire Rivermead sur les symptômes du syndrome post-commotionnel (RPQ)	Démontré valide (Validité concomitante : coefficient de corrélation de Spearman = -0.68) (King et al., 1995, Balalla et al., 2020). Démontré fidèle pour le score total (coefficient de corrélation de Spearman =

		.90) et pour les symptômes individuels (coefficient de corrélation de Spearman = 0.56 - 1) chez des adultes ayant subi un TCCL (King et al., 1995, Balalla et al., 2020).
Kinésiophobie	Échelle de kinésiophobie de Tampa (TSK-13)	La version française est démontrée valide (validité de construit) et fidèle (Cohérence interne = Alpha de Cronbach : $\alpha = 0.92$) (French et al., 2002). A été utilisé auprès d'une population adulte avec des symptômes persistants d'un TCCL (Wijenbergh et al., 2017).
Humeur (anxiété et dépression)	Le questionnaire d'anxiété et de dépression en milieu hospitalier (HADS)	Démontré valide et fidèle (Herrmann et al., 1996). Démontré fidèle auprès d'une population avec un TCC (Whelan-Goodison et al., 2009). La version française est démontrée valide (validité discriminante) et fidèle (cohérence interne : Alpha de Cronbach : $\alpha = 0.89$) (Roberge et al., 2013).
Sommeil	Index de qualité du sommeil de Pittsburgh (PSQI)	Démontré valide (validité concomitante) et fidèle (cohérence interne : Alpha de Cronbach : $\alpha = 0.83$) (Buysse et al., 1989). Démontré valide (validité concomitante) et sensible (96% - 98%) pour détecter l'insomnie auprès d'adultes avec un TCC (Fichtenberg et al., 2001).
Fatigue	Inventaire multidimensionnel de la fatigue (IMF)	Démontré valide (validité de construit et validité convergente) et fidèle (cohérence interne : Alpha de Cronbach : $\alpha = >0.80$) (Smets et al., 1995). La version du questionnaire franco-canadien valide et fidèle. (Fillion et al., 2003) et il a été validé (validité concomitante) auprès d'adultes avec un TCC (Manoli et al., 2020).

		A été utilisé auprès d'adultes avec un TCC (Kolakowsky-Hayner et al., 2017, Audrit et al., 2021).
Qualité de vie	Échelle de qualité de vie après un traumatisme craniocérébral (QOLIBRI)	Démontré valide en 8 langues incluant le français (validité concomitante) et fidèle (cohérence interne : Coefficient alpha de Cronbach $\alpha = 0.92 - 0.97$ et de $\alpha = 0.75-0.89$ pour les sous-échelles) et fidélité test-retest (coefficient de corrélation intraclasse de $0.87 - 0.91$) auprès d'adultes avec des TCC de toutes sévérités (von Steinbüchel et al., 2010).

Analyses

Des analyses statistiques descriptives ont été effectuées pour les données démographiques, pour les mesures de faisabilité, de sécurité et d'acceptabilité. De façon exploratoire, des analyses statistiques inférentiels paramétriques ont été réalisées sur les données des outils de mesure. Des tests *t* de Student pour échantillons appariés ont été effectués pour déterminer s'il y avait des différences significatives entre les scores totaux avant (T1) et après (T2) l'intervention en AP. Des analyses de sensibilité basées sur des tests de rang de Wilcoxon ont démontré que les conclusions étaient similaires que celles obtenues par les tests *t* de Student. Les tailles de l'effet de type *d* de Cohen ont été calculées et rapportées. Les analyses statistiques ont été effectuées dans le logiciel SAS (Version 9.4, SAS Institute, Inc. Cary, North Carolina).

Le contenu des entrevues semi-dirigées a été retranscrit dans les jours suivant l'entrevue à partir de l'enregistrement sur la plateforme Zoom et les analyses ont été effectuées en deux cycles de codage dans le logiciel *Nvivo* en suivant une analyse de contenu semi-déductive (Miles et al., 2014; Vaismoradi et al., 2013). La première phase de codage a d'abord consisté en la production d'un dictionnaire de code basée sur le guide d'entrevue. Puis, les verbatims ont été codés et de nouveaux codes ont émergé au fil des analyses. Les codes ont été agrégés pour créer les premières sous-catégories. Puis, la deuxième phase de codage a permis de déterminer de plus grandes catégories.

Afin d'obtenir une compréhension plus globale de la faisabilité de l'intervention, les résultats quantitatifs et qualitatifs se rapportant à des concepts similaires ont été triangulés (Edmonds et Kennedy, 2017). Ceci a permis de fusionner, comparer et contraster les résultats et obtenir de nouvelles significations des résultats à propos de la faisabilité, la sécurité, l'acceptabilité et les impacts potentiels.

3.3 Assises théoriques de la thèse

Cette section résume les principales assises théoriques de la thèse. Ces assises servent de cadres de références qui ont orienté les choix méthodologiques des projets de cette thèse, soutenu l'interprétation de leurs résultats et aidé à mettre en lumière les contributions de la thèse.

3.3.1 Le modèle du Processus des connaissances à la pratique

Le Processus des connaissances à la pratique (PCP) ou le *Knowledge-to-Action Framework* (Graham et al., 2006; Institut de recherche en santé du Canada [IRSC], 2012) a été développé afin d'organiser de façon conceptuelle les étapes nécessaires pour que les connaissances produites par la recherche soient utilisées en pratique. Ce modèle théorique contient deux parties soit la création des connaissances et le cycle de la mise en pratique.

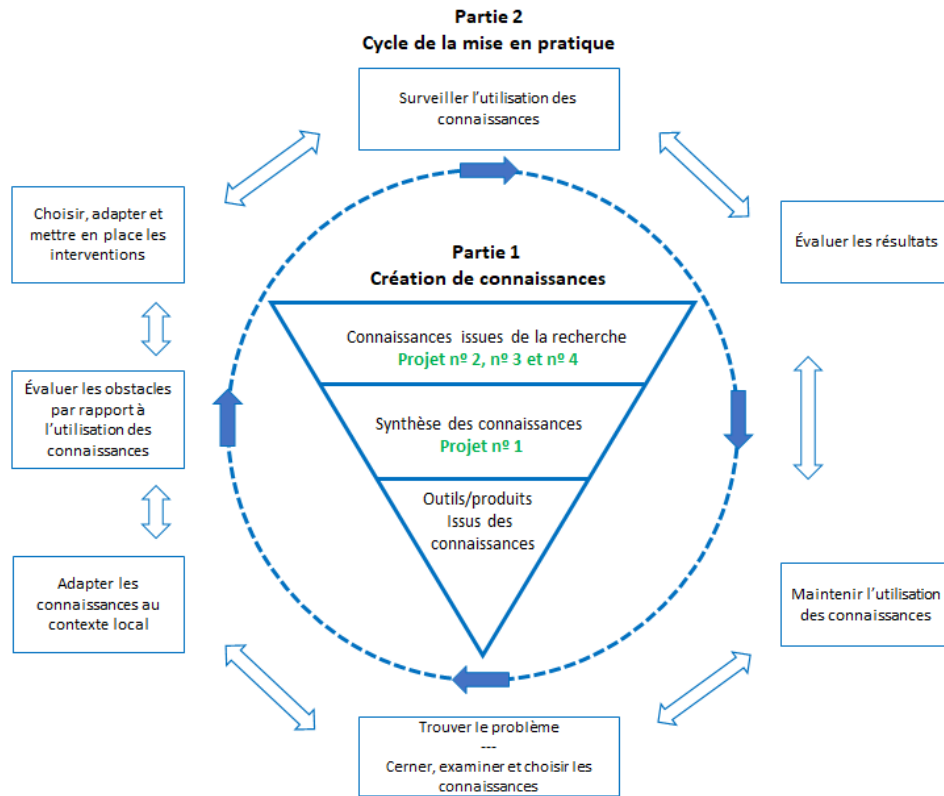


Figure 3 : Processus des connaissances à la pratique modifié et situation des projets n° 1-4 de la thèse (modèle des processus des connaissances à la pratique inspiré de Graham et al., 2006)

La première partie consiste en la création des connaissances qui comprend trois phases itératives, soit les connaissances issues de la recherche, la synthèse des connaissances et les outils ou les produits issus des connaissances (p. ex., guides de pratique clinique, outils de mesures standardisés). La deuxième partie est le cycle de la mise en pratique qui comprend sept phases itératives permettant de faciliter les démarches d'intégrations des connaissances à la pratique qu'elles soient à de très grandes ou petites échelles. Les phases du cycle de la mise en pratique sont les suivantes : 1. Identifier le problème, cerner, examiner et choisir les connaissances ; 2. Adapter les connaissances au contexte local ; 3. Évaluer les obstacles à l'utilisation des connaissances ; 4. Choisir, adapter et mettre en place les interventions ; 5. Surveiller l'utilisation des connaissances ; 6. Évaluer les résultats ; 7. Maintenir l'utilisation des connaissances.

Cette thèse s'insère dans la partie création des connaissances du PCP. Après avoir déterminé la problématique (phase 1 du cycle de la mise en pratique) et quelle était l'étendue des écrits concernant les interventions en AP en modalité de télésanté, il fut nécessaire de générer et synthétiser des connaissances à propos des interventions en AP (section synthèse des connaissances), des pratiques cliniques en AP (section création des connaissances), ainsi que d'obtenir des connaissances contextuelles d'un programme spécialisé interdisciplinaire de réadaptation pour les adultes ayant un TCCL (section création des connaissances). Les trois premiers projets menés dans cette thèse visaient donc à produire les connaissances nécessaires pour permettre de cerner, examiner et choisir les connaissances appropriées pour conceptualiser l'intervention de marche en télésanté. Le quatrième projet a visé à générer de nouvelles connaissances (section création des connaissances) pour déterminer la faisabilité de l'intervention développée.

3.3.2 Le transfert des connaissances

En lien avec le modèle du PCP, l'ensemble des actions visant à transférer les connaissances de la recherche à la pratique clinique se nomme le transfert des connaissances, ou l'application des connaissances. Ce terme est plus spécifiquement défini comme « le processus dynamique et itératif qui englobe la synthèse, la dissémination, l'échange et l'application conforme à l'éthique des connaissances dans le but d'améliorer la santé des Canadiens, d'offrir de meilleurs produits et services de santé et de renforcer le système de santé » (IRSC, 2020). Le transfert des connaissances intégré, quant à lui, réfère à l'intégration de potentiels utilisateurs des connaissances dans la recherche. En engageant des utilisateurs des connaissances dans les phases importantes d'un projet de recherche soit de l'amorce du projet jusqu'à la dissémination des résultats, les connaissances générées deviendraient davantage pertinentes et plus utilisées par les utilisateurs des connaissances (Bowen et Graham, 2013; IRSC, 2020).

Les principes de transfert des connaissances intégré ont influencé la façon dont cette thèse a été conceptualisée ainsi que la manière dont les utilisateurs des connaissances ont été impliqués dans l'idéation, la mise en œuvre des projets, le recrutement et même dans l'interprétation et la dissémination des résultats de recherche. Ainsi, plusieurs parties prenantes ont été impliquées dans le cadre de cette thèse avec des niveaux d'engagement variables. En effet, quatre

chercheuses, le candidat au doctorat, deux gestionnaires et des experts cliniques du programme TCC du CCSMTL ont participé aux projets de cette thèse. Finalement, une coordonnatrice de recherche clinique a agi comme facilitatrice pour favoriser la collaboration entre les chercheurs et les spécialistes cliniques.

Toutes ces personnes ont travaillé de concert pour orienter les projets de la thèse vers le développement de connaissances adaptées aux besoins cliniques. Des rencontres et des séances de travail ont été réalisées au fil des projets, selon les besoins et les disponibilités des différentes parties prenantes. Toutefois, les restrictions sanitaires ainsi que les changements organisationnels du système de la santé en réponse à la pandémie de la COVID-19 ont interrompu cette collaboration entre les chercheurs et les experts cliniques. Ainsi, la conception et la mise à l'essai de l'intervention développée dans le cadre du quatrième projet de cette thèse ont bénéficié d'un apport moindre des acteurs cliniques.

3.3.2.1 Exemples d'activités de transfert des connaissances

Durant le déroulement de la thèse, des stratégies de transfert de connaissances ont été utilisées par le candidat au doctorat afin de diffuser les résultats des projets de recherche auprès d'utilisateurs potentiels des connaissances. Par exemple, il a tenu deux rencontres auprès de gestionnaires et de professionnels de la santé provenant de deux programmes spécialisés qui desservent des adultes avec des symptômes persistants d'un TCCL. Ces rencontres avaient pour but d'échanger à propos de résultats sélectionnés issues des projets de la thèse. Quatre autres rencontres ont été organisées avec les intervenants du CCSMTL impliqués dans la thèse afin de partager des constats au sujet des résultats de la thèse et de discuter de l'applicabilité des connaissances dans leur milieu clinique. Finalement, d'autres activités de transfert de connaissances plus passives ont été mises de l'avant, comme le partage de résumés des résultats à des personnes ayant agi comme participants dans les projets de la thèse.

3.3.3 Classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé

La Classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé (CIF) (OMS, 2001) a été développée afin d'uniformiser le langage et offrir un cadre conceptuel facilitant la

description et l'organisation des informations relatives à la fonction, du handicap et de la santé. De façon globale, la CIF peut être représentée en cinq grands concepts multidimensionnels essentiels qui interagissent de façon dynamique. Ces derniers sont les fonctions organiques et les structures anatomiques, les activités, la participation, les facteurs environnementaux et les facteurs personnels. Les termes **activités** et **participation** représentent, respectivement, les tâches ou les actions effectuées par les individus ainsi que l'implication d'une personne dans les domaines de la vie réelle (p. ex., faire du sport, travailler, aller à l'école). **Les facteurs environnementaux** représentent les facteurs extérieurs à la personne qui peuvent affecter la participation. **Les facteurs personnels**, quant à eux, évoquent de quelle façon le handicap est vécu par l'individu comme la qualité de vie, ainsi que d'autres facteurs comme l'âge ou le sexe. La CIF contient des catégories d'éléments et des sous-catégories hiérarchisées de sorte à décrire de façon précise le fonctionnement d'une personne. Par exemple, la fonction et le handicap d'une personne ayant subi un TCCL et qui est en arrêt de travail pourraient être décrits en utilisant les catégories de certaines fonctions organiques diminuées comme « l'énergie et la volonté » et « le sommeil » ainsi qu'à la participation limitée en spécifiant l'interruption de « l'emploi rémunéré ».

Dans le cadre de cette thèse, la terminologie employée dans la CIF est utilisée afin d'uniformiser le langage à travers les différents chapitres et différents projets (n°1 à n°4). Cela permet, entre autres, de bonifier la cohérence ainsi que de favoriser l'articulation des résultats et des retombées des différents projets. Dans le cadre des projets n°1 et n°2, la CIF a été utilisée pour analyser et catégoriser les mesures et les effets potentiels sur la santé des interventions en AP. La CIF a aussi été utilisée dans le cadre du projet n°4 afin de guider la sélection des dimensions de la santé devant être mesurées.

3.3.4 Grille de vérification pour rapporter les interventions en santé et en AP

Le Consensus on Exercise Reporting Template ou le « Canevas du consensus sur le rapport des interventions en exercices physiques » est une grille de vérification qui a été créée afin de rehausser la qualité des informations rapportées au sujet des interventions en AP dans la littérature scientifique, un enjeu important généralisé dans l'ensemble des sciences de la santé

(Slade et al., 2016). La grille CERT est utilisée dans plusieurs domaines de la santé et de la réadaptation pour évaluer comment les interventions en lien avec l'exercice sont rapportées dans un domaine précis (Mack et al., 2018; Giagio et al., 2021). Par exemple, la grille CERT a été utilisée dans une revue systématique visant à connaître la description des interventions qui utilise l'exercice physique pour traiter l'ostéoporose (Mack et al., 2018). Cet outil comprend 16 items spécifiques aux interventions en AP et inclus des items précis pour permettre la réplique des interventions. Ainsi les items portent spécifiquement sur : l'équipement utilisé pour réaliser les exercices (item n°1), les qualifications des fournisseurs de services (item n°2), la réalisation individuelle ou en groupe (item n°3), la supervision des efforts physiques (item n°4), comment l'observance à l'intervention est mesurée et rapportée (item n°5), les stratégies motivationnelles (item n°6), les règles de progression (items n°7a et 7b), détail des exercices physiques (item n°8), détail des composantes de l'intervention à faire à la maison (item n°9), les composantes autres (item n°10), les évènements indésirables (item n°11), le contexte (item n°12), description de l'intervention (item n°13), l'individualisation des exercices (items n°14a, 14b), les critères décisionnels pour initier le niveau d'effort physique (items n°15), la fidélité à l'intervention (item n°16a et 16b).

Une version modifiée du CERT est utilisée pour résumer les composantes principales de l'intervention progressive à la marche en télésanté (voir le tableau 1 dans le chapitre 3 de cette thèse). De plus, les descriptions détaillées de l'utilisation du CERT pour structurer la documentation des écrits et des pratiques se retrouvent dans les sections méthodologie des projets n°1 et n°2 (voir dans le Chapitre 5, les sections méthodologiques des articles correspondant aux résultats n°1 et n°2). Aussi, la grille de vérification CERT a été utilisée pour rapporter l'intervention progressive à la marche en télésanté dans l'article scientifique associé au projet n°4 (voir le Supplementary material 1, p 226).

3.3.5 Taxonomie des techniques de changement de comportement

La Taxonomie des techniques de changement de comportement ou « Behavior Change Techniques Taxonomy » est une classification des différentes techniques de changement de comportement (Michie et al., 2008, 2013). Une technique de changement de comportement est

« une composante observable, répliquable et irréductible d'une intervention construite pour modifier ou remodeler des comportements. Une technique de changement de comportement peut être considérée comme un ingrédient actif d'une intervention » (Michie et al., 2013). Cette taxonomie a été développée afin de favoriser la réplification des interventions de façon précise, de faciliter la fidélité de l'implantation d'interventions efficaces et de faciliter la comparaison et la synthèse des résultats entre les différentes études. De plus, cette taxonomie permet de faciliter le développement de nouvelles interventions en offrant une taxonomie complète des différentes techniques disponibles. Enfin, une taxonomie qui est liée aux théories du changement du comportement permet de déterminer les mécanismes d'action lors d'interventions de changements de comportement.

Dans le cadre de cette thèse, la taxonomie a été utilisée afin d'identifier et nommer les techniques de changement de comportements identifiés dans la littérature, dans les pratiques des cliniciens (projet n° 1 et 2). De plus, elle a aussi servi à identifier et sélectionner les techniques de changements de comportements qui ont été inclus dans l'intervention développée et mise à l'essai (projet n° 4).

3.3.6 Canevas structurant pour la recherche en implantation

Le « Consolidated Framework For Implementation Research (CFIR) » (Damschroder et al., 2009) est un modèle intégrateur qui rassemble les construits essentiels de plusieurs modèles théoriques issus du domaine de l'implantation. Les construits inclus dans le CFIR forment un modèle cohérent qui permet de guider l'évaluation formative et sommative de l'implantation de programme ou d'intervention. Il y a cinq composantes principales structurantes le CFIR : 1. les caractéristiques de l'intervention, 2. le contexte externe, 3. le contexte interne, 4. les individus, ainsi que 5. le processus d'implantation. Chacune de ces composantes principales comporte des construits qui leur sont propres. Par exemple, dans la composante « individus », il y a « connaissances », « croyances envers le changement » ou le « niveau d'efficacité ». Le CFIR a été développé puisqu'il existait un grand nombre de modèles théoriques visant à structurer l'implantation, mais qui avaient tous des faiblesses ou des lacunes qui n'offraient pas la vue d'ensemble ainsi que la flexibilité nécessaire pour guider l'évaluation formative ou sommative

(Damschroder et al., 2009). Le CFIR peut aussi être utilisé pour organiser et synthétiser les résultats de la recherche en utilisant les construits du CFIR. L'utilisation de la nomenclature du CFIR pour organiser et nommer les résultats de la recherche permet la comparaison des résultats entre différentes recherches, ce qui favorise le développement de la théorie et des sciences de l'implantation (Damschroder et al., 2009).

Dans le cadre de cette thèse, le CFIR a été utilisé dans la discussion de l'article scientifique du projet n° 3. Les construits et la terminologie du CFIR ont été utilisés pour aider à organiser les différentes perceptions obtenues par les différentes parties prenantes.

Chapitre 4 – Résultats

4.1 Article 1 : Physical Activity Interventions for Individuals with a Mild Traumatic Brain Injury: A Scoping Review

Christophe Alarie^{a, b}, Isabelle Gagnon^{c, d}; Enrico Quilico^{b, e}, Elizabeth Teel^{c, d},
Bonnie Swaine^{a, b}

^a. École de réadaptation, Faculté de Médecine, Université de Montréal, Montréal, Québec, Canada.

^b. Centre de recherche interdisciplinaire en réadaptation du Montréal métropolitain (CRIR), Montréal, Québec, Canada.

^c. School of Physical and Occupational Therapy, Faculty of Medicine, McGill University, Montréal, Québec, Canada.

^d. Trauma Center and Pediatric Emergency Medicine, Montreal Children's Hospital, McGill University Health Center, Montréal, Québec, Canada.

^e. Rehabilitation Science Institute, University of Toronto, Toronto, Canada.

Article accepté pour publication le 29 août 2020 dans *Journal of Head Trauma Rehabilitation* et publié en ligne en mai 2021.

<http://doi.org/10.1097/HTR.0000000000000639>

4.1.1 Abstract

Objective: To document the characteristics, measured outcomes, and effectiveness of physical activity (PA) interventions designed to improve health-related outcomes in individuals with a mild traumatic brain injury (mTBI) to assist in rehabilitation quality improvement efforts of a TBI rehabilitation program.

Methods: A scoping review following a 6-step iterative framework search across 5 databases (MEDLINE, CINAHL, PsycINFO, SPORTDiscuss, and EMBASE) and the gray literature (Google) was performed. Selected PA interventions were designed for individuals of all ages and any mechanism of injury (eg, sports-related and falls). Data were charted, collated, and summarized according to the Consensus on Exercise Reporting Template checklist and domains of the International Classification of Functioning, Disability and Health. Involvement of clinical experts ensured tailoring of the knowledge synthesis to meet clinical needs.

Results: Thirty-five articles and 14 gray literature records were retained. Five types of PA interventions were identified with the majority being multimodal. Reporting of PA intervention characteristics was highly variable across studies; many details necessary for intervention replication are missing. Study outcomes focused primarily on improving body functions and symptoms of mTBI, and less frequently on activities, participation, and health-related quality of life. The methodological quality of studies varies.

Conclusions: Identified PA intervention types offer various management options for healthcare providers. PA interventions may improve a wide range of health-related outcomes supporting the inclusion of PA in the management of individuals of all ages with mTBI. Higher-quality research and better reporting about intervention characteristics is however needed.

Key words: brain concussion, exercise, knowledge synthesis, knowledge translation, mTBI, physical activity, rehabilitation, scoping review, traumatic brain injury

4.1.2 Introduction

Knowledge about using physical activity (PA) to help promote recovery of individuals who sustain a mild traumatic brain injury (mTBI) has grown considerably in the last decade. Emerging evidence supporting the benefit of early PA interventions challenges the more conservative treatment approach of prolonged rest (Silverberg et Iverson, 2013; Sullivan et al., 2018). Recent studies demonstrate that initiation of PA after a brief period of rest (24-48 hours) following an mTBI can help prevent prolonged symptoms and manage persisting symptoms in children and adults (Chrisman et al., 2019; Lal et al., 2018; Lawrence et al., 2018; Leddy et al., 2019; Micay et al., 2018).

Clinical practice guidelines (CPGs) for the management of individuals with mTBI, and consensus-based expert opinion, further support similar management recommendations. (Ontario Neurotrauma Foundation [ONF], 2018; Department of Veterans Affairs & Department of Defense [VA/DoD], 2016; McCrory et al., 2017). Recommendations from CPGs may not, however, be sufficient to promote change in practice, as they can be simplistic and lack sufficient details to adapt and implement evidence-based knowledge in specific settings with particular patient populations not identified explicitly in the guidelines (Lamontagne et al., 2018; Fischer et al., 2016). More importantly, the best PA approaches and exercise parameters to prescribe (eg, frequency, duration, intensity, intervention length, mode, timing to initiate, and progression of exercise) to facilitate recovery remain unclear (Howell et al., 2019; Lawrence et al., 2018; Sullivan et al., 2018). For example, Howell et al. (2019) noted that important exercise dosage parameters were only reported in 5 of 11 studies comprising the review about PA interventions for individuals with mTBI. Indeed, such parameters are critical to help replicate interventions, interpret study findings, and guide proper exercise dosage when implemented in clinical practice. However, Howell et al's article does not describe other important characteristics of PA interventions such as the setting (ie, home-based and hospital-based), and how the PA intervention is delivered (ie, supervised or in a group), which may also help the development of evidence-based PA interventions (Hoffmann et al., 2014; Slade et al., 2016).

The need to better understand the existing evidence surrounding the use of PA interventions with adults with mTBI was recently expressed by our clinical partners involved in an outpatient TBI rehabilitation program in Montréal, Canada. This program delivers interdisciplinary services to adults (18-65 years old) with persisting symptoms from an mTBI. Since 1990, the program offers an innovative PA intervention mostly based on clinical experience. Incorporating recent evidenced based approaches into their PA intervention is a priority to improve the quality of the delivered intervention. Program users do not have the typical profile of a young college athlete, rather they can have symptoms lasting from 3 months to 3 years after the injury, and can present with premorbid, comorbid, or symptoms of psychiatric disorders (eg, anxiety and depression) and chronic illness (eg, hypertension, obesity, and cardiovascular disease). They are typically sedentary and many have avoided PA before admission to the program because of their symptoms. Also, they can be parents of young children, injured employees who wish to return to work, and retired individuals who want to be able to function normally in society.

The lack of readily available synthesized knowledge about the characteristics of PA interventions and their effectiveness was limiting the program's quality assurance efforts and knowledge uptake by clinicians (an administrator, a physiotherapist, a kinesiologist, and an occupational therapist). Therefore, a synthesis and critical appraisal of existing PA interventions delivered early after mTBI, and when symptoms persist, was deemed necessary. We conducted a scoping review aimed at identifying PA interventions designed to improve health-related outcomes in individuals with mTBI, and documented their characteristics, targeted outcomes, and effectiveness. Results of this review will inform the codevelopment with our clinical partners of a new PA intervention based on clinical expertise, program user needs, and the most recent evidence, as well as help other rehabilitation programs interested in developing evidence-based PA interventions post-mTBI.

4.1.3 Methods

The protocol for this scoping review, created following Levac's enhanced 6-step iterative framework, was published elsewhere (Levac et al., 2010; Alarie et al., 2019). Our clinical

partners collaborated with the research team in multiple key steps of this review to ensure better tailoring of knowledge to the program's needs. A summary of each step is described here.

Step 1: Identifying the research question

The following research question stemmed from consultations with our clinical partners: *What are the characteristics and health-related outcomes of PA interventions designed for individuals with mTBI or a concussion?*

Step 2: Identifying relevant studies

Five electronic databases were searched (MEDLINE, CINAHL, PsycINFO, SPORTDiscuss, and EMBASE) during the winter of 2018 using an initial search strategy (Alarie et al., 2019). A second similar updated search was performed in August 2019. Gray literature was searched in Google in the spring of 2019 using a modified version of the search strategy. The first 100 links available on Google were selected. Web sites, scientific articles, theses, and documents in French and English were kept. Animal model studies, opinion articles, posters, oral presentations, and abstracts from conferences were excluded. Systematic reviews and meta-analyses were also excluded, but their reference lists were hand-searched by the first author to ensure relevant articles were retained.

Step 3: Study Selection

Literature was selected when it reported a PA intervention designed to impact health-related outcomes for individuals with mTBI. All ages were included because some pediatric studies may report on PA interventions also pertinent for adults. Interventions could target all TBI severities, but at least one participant in the sample had to have sustained an mTBI or a concussion from any origin (ie, motor vehicle accident, sports-related, falls, and recreation, etc). To help guide the study selection, we defined PA according to 2 definitions to include activities requiring varying levels of physical effort from gardening to high-intensity aerobic training (Kent, 2007; World Health Organization [WHO], 2018) Sedentary activities with very low energy expenditure, such as knitting in a chair, were not of interest and were excluded. Articles measuring the effects of a short bout or a single session of PA, such as a graded exertion test, were also excluded.

Two reviewers (C.A. & E.Q.), supervised by a third independent reviewer and senior scientist (B.S.), independently screened the references in 2 phases: (1) abstract and title review and (2) full-text review. For the first phase, reviewers independently examined a random sample of 100 retrieved abstracts and titles and decided whether the reference was retained, rejected, or undecided. They compared their decisions and repeated the process until consensus was reached (ie, an interrater reliability estimate greater than 0.75 computed with a 3-level κ statistic) (Orwin, 1994). They subsequently independently assessed the remaining references for eligibility. The reviewers used an identical process for the second phase, but with 10 to 20 full-text references at a time. Then, the first author hand-searched the selected article reference lists to ensure relevant articles were retained.

Using a modified Downs and Black checklist, the authors appraised the methodological quality of all studies that included a comparison group (Downs et Black, 1998; Trac et al., 2016). This checklist contains 27 items covering quality of reporting, external validity, internal validity (risk of bias), and power. A maximal score of 28 and 25 can be obtained for randomized controlled and nonrandomized controlled trials, respectively. C.A. and E.Q. independently appraised eligible studies and compared their results during a work session. Discrepancies in scoring were resolved by consensus or by the senior supervising scientist (B.S.) in the absence of consensus. A quality level was attributed for each appraised article: excellent (26-28); good (20- 25); fair (15-19); and poor (<14) (Hooper et al., 2018).

Step 4: Charting the data

C.A. created an extraction form (ie, an Excel spreadsheet) using the 16-item Consensus on Exercise Reporting Template (CERT) checklist, complemented by 2 items (name of the intervention and rationale for the intervention) from the Template for Intervention Description and Replication checklist (TIDieR). (Hoffman et al., 2014; Slade et al., 2016). The CERT checklist contains 16 items, 3 of which have 2 subitems each, for a total of 19 characteristics. Items were scored in a binary manner (*Yes or No*) if the information relative to the item was provided in the manuscript or if it was missing.

The extraction form included additional items to ensure a comprehensive description of the studies (eg, setting, population, and gender), the targeted health-related outcomes, and the interventions' impact on those outcomes. The clinical partners were consulted twice to provide feedback and validate the form and added additional categories they deemed clinically important (eg, time since injury, participants' prior levels of PA, and nature of adverse events). Using this revised form, relevant information from a random sample of 15% of references was independently extracted by C.A. and E.Q. and validated by B.S. Data from the scientific literature and gray literature were extracted and analyzed separately.

Step 5: Collating, summarizing, and reporting the results

Relevant quantitative data in the extraction form were identified and summarized in tables (see Tables 1 to 4). Qualitative entries were reworded and/or summarized in the tables to simplify the text and facilitate interpretation. For example, "Progressive subsymptomatic aerobic exercise" was abbreviated to "Aerobic-PSx'." Reported effectiveness of interventions was summarized in the simplest form without losing its essence and categorized according to whether a within-group or a between-group analysis was conducted. The omission in tables of the *P* value, effect size, and/or confidence interval was a choice to help readability of results. Quantitative health-related outcomes were categorized in domains from the International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF): body function and structure (eg, brain structure and mental functions), activities and participation (eg, mobility and return to work/school), and environmental (eg, support and relationships) and personal factors (eg, general health status) (WHO, 2001). Gray literature information was analyzed in a similar manner; however, results are reported narratively.

We tabulated the frequency of information found in each article pertaining to items in the CERT. Descriptive statistics (eg, frequency and percentage) were calculated, when pertinent, and in some cases, information was categorized to provide the most details about the interventions. For example, for the 29 articles reporting whether the intervention was conducted individually or in groups (CERT item #3), information was recorded in 3 categories: individual, group, or mixed.

Step 6: Consultation with stakeholders

The clinical partners were also consulted twice formally to help tailor the analysis to their needs, facilitate the interpretation of the results, and discuss their eventual integration into clinical practice. This consultation influenced the amount and the type of information reported in each table. For example, they considered the information in Table 3 needed to be summarized into key messages to facilitate efficient knowledge uptake and help them improve their existing PA intervention. As such, for their benefit and that of others, interpretation/recommendations for PA intervention development or improvement were added to Table 3.

4.1.4 Results

After 3671 unique records and 369 full-text records were screened, 35 full-text articles (Chrisman et al., 2017, 2019; Lawrence et al., 2018; Leddy et al., 2010, 2013, 2019; Micay et al., 2018; Kurowski et al., 2017; Yuan et al., 2017; Maerlender et al., 2015; Chan et al., 2018; Kleffelgaard et al., 2016, 2019; Blake et Batson, 2009; Gemmell et Leathem, 2006; Clausen et al., 2016; Polak et al., 2015; Bellon et al., 2015; Weinstein et al., 2017; Chin et al., 2015a, 2015b; Moore et al., 2016; Imhoff et al., 2017; McGeown et al., 2018; Ustinova et al., 2015; Dobney et al., 2017, 2018; Yost et Taylor, 2013; Grabowski et al., 2017; Baker et al., 2012; Cordingley et al., 2016; Adams et Moore, 2017; Hugentobler et al., 2019; Gagnon et al., 2009, 2016) and 14 gray literature documents: Web sites $n = 5$ (UT Southwestern, 2016, Peak to Shore Physiotherapy and Sports Medicine, 2019; Innovative Sports Medicine, 2019; Rowed, 2019; Headway Foundation, 2019;), presentations $n = 4$ (Direnfeld, 2010; Cohen, 2018; Ward, 2019; DeNiel, 2017), toolkit $n = 1$ (Physiotherapy Alberta College, 2019), master's thesis $n = 1$ (Busilacchi, 2007), doctoral dissertation $n = 1$ (Kozlowski, 2008), CPGs $n = 2$ (ONF, 2013, Fowler Kennedy & St-Joseph's Health Care London, 2017;) were kept (see Figure 1).

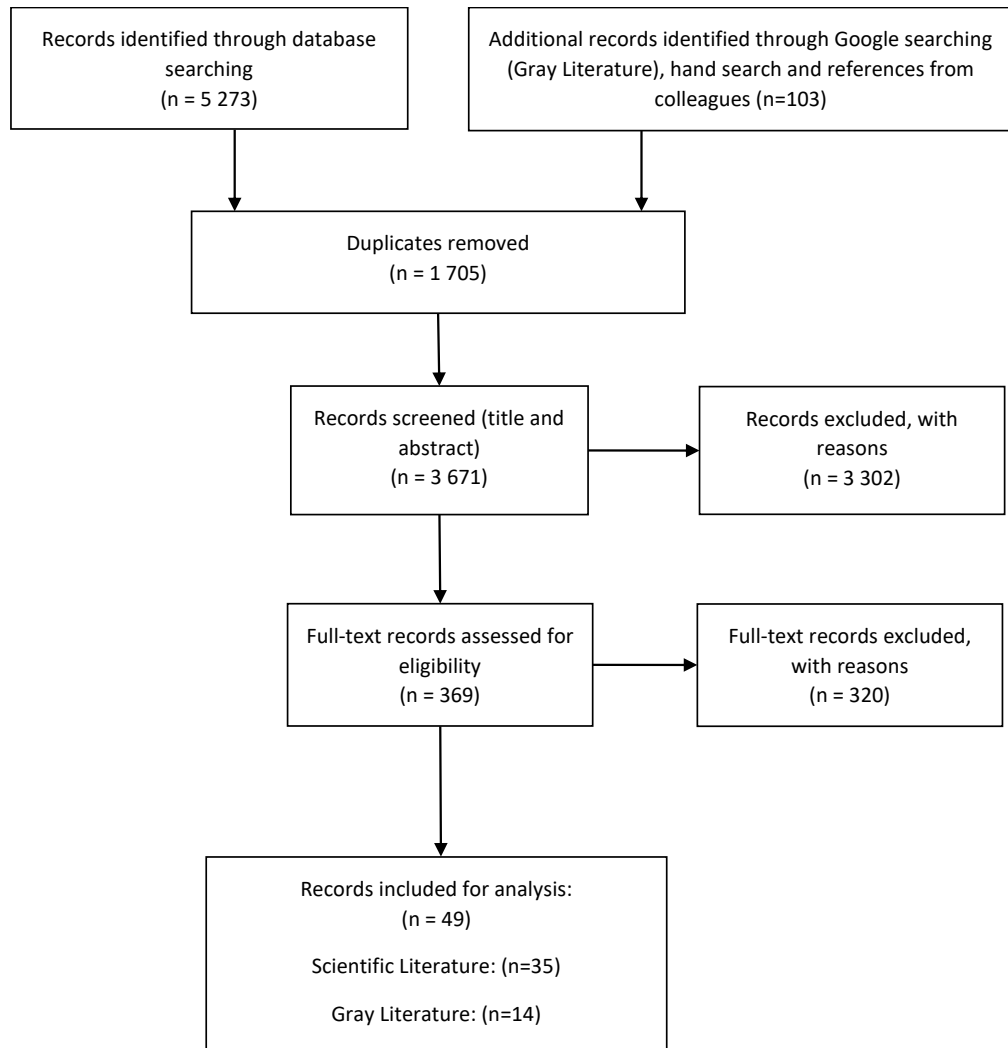


Figure 1: PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) flow diagram

The 35 articles report original studies published from 2006 to 2019 originating from North America ($n = 31$), Europe ($n = 3$) and New Zealand ($n = 1$). Study designs varied and included *randomized controlled trials* ($n = 10$), *uncontrolled pre-post studies* ($n = 10$), *retrospective* ($n = 6$), *case studies* ($n = 5$), *controlled pre-post* ($n = 3$), and *crossover trial* ($n = 1$) designs. More than a third of studies had a control group (40%; $n = 14$) and were appraised with the modified Downs and Black checklist (mean score = 17.36, SD = 5.08, range = 11-24): 42.86% ($n = 6$) of studies were good, 14.29% ($n = 2$) were fair, and 42.86% ($n = 6$) were poor.

Six studies had samples combining individuals with TBI of all severities. The number of participants with mTBI ranged from 4 to 677 and their age ranged from 8 to 63 years: 37.14% ($n = 13$) of studies included children, 40% ($n = 14$) included adults, and 22.86% ($n = 8$) included both. Participants' level of PA prior to the injury was noted in 37.14% ($n=13$) of articles: 8.57% ($n = 3$) included sedentary individuals, 5.71% ($n = 2$) were active individuals, 14.29% ($n = 5$) were athletes, and 8.57% ($n = 3$) were mixed. Detailed descriptions of each PA intervention, exercise dosage parameters, and reported effectiveness are in Table 1.

TABLE 1 Detailed description of articles reporting physical activity interventions, participant characteristics, parameters of dosage of aerobic exercise and reported effectiveness (n=35)

Article and participants' description					Dosage parameters of aerobic exercise component							Reported effectiveness		
First author, Year	Setting	Study Design	Study Quality (score/28)	n = mTBI/TBI (female)	Age (yr) ^a	TSI (mo) ^a	Type of Intervention	Frequency	Duration (min)	Intensity	Intervention Length	Mode	Progression	Results
Chrisman et al., 2019	H	RCT	Good (23)	30/30 (18)	15.5 ± 1.6	1.93	Aerobic-PSx	Daily	5 - 60	80% Sx exacerbati on HR	6 wk	Participants' preference	Increase of 5–10 minutes per/d, if tolerated, for a goal of 60 min/d	Within group: ↑ Health-related quality of life, ↓ Avoidance of pain Between groups: ↓ Recovery time
Kurowski et al., 2017	H	RCT	Good (24)	30/30 (17)	15.2 ± 1.4	1.8	Aerobic-PSx	5-6 d	80% GXT duration		6 wk	Stationary cycle	Based on participant improvement on GXT	Within group: ↓ PCS score Between groups: ↓ PCS score, ↑ Recovery rate
Leddy et al., 2019	U	RCT	Good (23)	103/103 (48)	15.3 ± 1.6	0.16	Aerobic-PSx	Daily	20	80% Sx exacerbati on HR	Median =13; IQR:10-18.5 d	Walk, jog, or stationary cycle	Based on participant improvement on GXT	Between groups: ↓ Recovery time

Yuan et al., H 2017	RCT	Poor (13)	22/22 (10)	15.5 ± 1.7	1.82	Aerobic-PSx			6 - 8 wk			Within group: ↑ Structural connectivity
Maerlander et al., 2015	RCT	Poor (11)	28/28 (20)	"College years"		Aerobic-C	Daily	20	0-6/10 RPE	Stationary cycle		Within group: ↑ PCS score when vigorous PA
Micay et al., U 2018	RCT	Good (22)	15/15 (0)	15.8 ± 1.2	0.16	Aerobic-P	8 sessions	10-20	50%-70% age- predicted max HR	mean = 36.1 ± 18.5 d cycle	Stationary 5% of age- predicted max HR until 70% was reached and maintained	Within group: ↓ PCS score
Chan et al., H 2018	RCT	Good (20)	19/19 (14)	15.5 ± 1.5	4.4	Multi-Modal		20-30	60% age- predicted max HR	≤ 6 wk cycle	Stationary cycle	Between groups: ↓ PCS score
Kleffelgaard H et al., 2019	RCT	Fair (19)	64/64 (45)	37.6 ± 12.3	3.4 - 3.9	Multi-Modal			8 wk	Walk, cycle or ski	Clinical judgment based on patient's sx, signs and functional challenges	Within group: ↓ Dizziness-related disability, ↑ Rate of recovery, ↑ Mobility

Blake et Batson, 2009	C	RCT	Good (21/7/20 (15)	44.5 ± 10.5 (30- 62)	(12- 480)	Tai chi - Qigong	1 d	60	8 wk	Tai chi - Qigong	Within group: ↑ Mood, ↑ Self-Esteem Between groups: ↑ Mood
Gemmell et Leathem, 2006	U	RCT	Poor (12/NR/18 (9)	M = 40.2 ± 12.5 F = 51.2 ± 8.7	104	Tai chi - Qigong	2 d	45	6 wk	Tai chi - Qigong	Between groups: ↑ Mood, ↓ Role limitations due to emotional problems
Clausen et al., 2016	U	Controlled pre- post	Poor (11/9/9 (9)	23 ± 6	2.1	Aerobic-PSx	5-6 d	20	80% Sx exacerbati on HR	12 wk Walk, Jog or Run Based on participant improvement on GXT	Between groups: ↑ Cardiorespiratory fitness, ↑ Exercise tolerance, ↓ PCS score, ↑ CO2 Sensitivity, ↑ Cerebral Blood Flow regulation
Polak et al., 2015	U	Controlled pre- post	Poor (14/8/8 (4)	24.4 ± 4.8	3.15	Aerobic-PSx	Daily	20	80% Sx exacerbati on HR	mean = 63.6 ± 31.9 d	Within group: ↓ PCS score, ↑ Exercise tolerance
Leddy et al., 2013	U	Controlled pre- post	Poor (11/8/8 (4)	range = 17 - 52	3.9	Aerobic-PSx	6 d	20	80% Sx exacerbati on HR	≈ 12 wk	Within group: ↓ PCS score, ↑ Exercise

											improvement on tolerance, ↑ Cerebral Blood Flow regulation
Bellon et al., C 2015	Crossov er trial	Fair (19) 10/69 (28)	43.7 ± 15.8	100.5	Aerobic-P	Daily		12 wk	Walk	Increment of steps count per 5% until an increase of 40% of the initial level	Within group: ↓ Depression, ↓ Stress Between group: ↓ Stress
Leddy et al., U 2010	Uncontr olled pre-post	N/A 12/12 (4)	range = 16 - 53	16.8	Aerobic-PSx	5-6 d	100% GXT duration	80% Sx exacerbat ion HR mean = 47.6 ± 31.8 d	Walk, Jog or Run	Based on participant improvement on GXT	Within group: ↓ PCS score, ↑ Exercise tolerance, ↑ Return to full function
Weinstein, 2017	Uncontr olled pre-post	N/A 5/10 (6)	32.9 ± 6.5 79.2	79.2	Aerobic-C	3 d	30	70% - 80% HRR	12 wk Walk, Jog or Run	Speed and/or grade adjusted to maintain HR within target range	Within group: ↑ Mood, ↓ Fatigue
Chin et al., H 2015a	Uncontr olled pre-post	N/A 4/7 (5)	32.9 ± 6.5 79.2	79.2	Aerobic-C	3 d	30	70%-80% HRR	12 wk Walk, Jog or Run	Speed and/or grade adjusted to maintain HR within target range	Within group: ↑ Cognitive functions, ↑ Cardiorespiratory fitness

Chin et al., H 2015b	Uncontr N/A olled pre-post	5/10 (6)	33.3 ± 7.9 48	Aerobic-C	3 d	30	70%-80% 12 wk		Walk, Jog or Speed and/or Run		Within group: ↑ Cardiorespiratory fitness, ↑ Exercise tolerance, ↓ Fatigue range
Moore et al., H 2016	Uncontr N/A olled pre-post	14/14 (8)	range = 18 3.5 - 72	Aerobic-PSx	3-5 d	20-30	60-80% 6 mo HR reached on GXT		Stationary cycle	Maintain achieved intensity during GXT	Within group: ↓ PCS score, ↓ Dizziness, ↑ Gait, ↑ Balance, ↑ Return-to-work, ↑ Return to meaningful activity
Imhoff et al., H 2017	Uncontr N/A olled pre-post	15/15 (9)	range = 1.61 11,3 - 17,5	Multi-Modal	3 d	20	2-5/10 RPE	mean = 49 ± 17 d	Stationary cycle and sport specific exercises	3 stage progression in exercise duration reported and intensity, based on patient's capacity	Within group: ↓ PCS score, ↓ Parents Cognitive functions score, ↑
McGeown et al., 2018	Uncontr N/A olled pre-post	9/9 (5)	range = 14 3,3 - 21	Multi-Modal	3 d	25-40	20%-50% 4 wk; mean = HRR 36.78 ± 11.85 d		Stationary cycle	4 step progression in exercise duration and intensity	Within group: ↓ PCS score, ↑ Cognitive functions, ↑ Balance

Ustinova et al., 2015	H	Uncontrolled pre-post	N/A	4/22 (4)	range = 18-45	23.63	Multi-Modal	4-5 d	30-60	4 - 5 wk	Exercises on the ground, sitting, standing and walking tolerance to physical activity	Clinical judgment based on patient's increased tolerance to physical activity	Within group: <i>q</i> ↑ Motor ability, <i>q</i> ↑ Functional ability, ↑ Balance, ↑ Gait, ↓ Ataxia
Dobney et al., 2017	H	Uncontrolled pre-post	N/A	277/277 (135)	14.1 ± 2.3	1.3	Multi-Modal	Daily	30	60% age predicted HR	Participants' preference	Clinical judgment	Within group: ↓ PCS score
Yost Taylor, 2013	H	Uncontrolled pre-post	N/A	6/6 (0)	range = 21 - 48		Tai chi - Qigong	3-4 d	20-60	6 wk	Tai chi - Qigong		Within group: <i>q</i> ↑ Recovery, <i>q</i> ↓ Stress, <i>q</i> ↑ Concentration
Lawrence et al., 2018	U	Retrospective	N/A	153/153 (105)	median = 17 (15-20)	0.3	Aerobic-P	24h between sessions	15-30	1. 100-140 bpm to Maximal sprint median = 28; IQR:17- 43 d	Jog, run, swim, cycle	4 phases: 2 sessions tolerated before starting next phase	Within group: Shorter time to initiate aerobic exercise = ↑ Recovery, ↑ Return-to-work and ↑ Return to sports
Grabowski et al., 2017	H	Retrospective	N/A	25/25 (14)	15 range=12 - 20	1.34	Multi-Modal	5-6 d	100% GXT duration	80% Sx mean =84; (7 - 266) d on HR	Participants' preference	Based on participant improvement on GXT	Within group: ↓ PCS score, ↑ Exercise tolerance, ↑ Balance

Baker et al., U 2012	Retrospective Chart Review	N/A	91/91 (44)	range = 8.8 13-58	Aerobic-PSx							Within group: ↑ Return to full function
Chrisman et al., 2017	Retrospective chart review	N/A	83/83 (45)	14.9 ± 2.3 (<1 to >1)	Aerobic-PSx	20	80% Sx exacerbation on HR	Until sx resolution		Based on participant improvement on GXT		Within group: ↑ Recovery
Cordingley, H 2016	Retrospective chart review	N/A	65/65 (19)	15.1 ± 1.5 range = 11 - 19	Aerobic-PSx	5 d 20	80% Sx exacerbation on HR	median = 50; IQR:32 - 132 d		Based on participant improvement on GXT		Within group: ↑ Recovery, ↑ Return to sports
Adams et Moore, 2017	Retrospective chart review	N/A	6/6 (4)	range = 18-55	Multi-Modal	3-5 d 30	80% Sx exacerbation on HR	6 mo cycle	Stationary	Based on participant improvement on GXT		Within group: ↓ PCS score, ↓ Dizziness, ↑ Balance, ↑ Gait, ↑ Physical activity participation
Dobney et al., 2018	Case study	N/A	677/677 (312)	14.3 ± 2.3 1.48	Multi-Modal	Daily 15	60% age- predicted HR	mean = 13.5 ± 9.9 d Participants' preference	Speed of treadmill or resistance on stationary bike until target HR			Within group: ↓ PCS score

Hugentobler H et al., 2015	Case study	N/A	6/6 (2)	range = 15.2.7 -19	Multi-Modal	4-5 d	≥ 10	11-13/20 RPE & Variable work/rest	9.8 wk	Stationary and upper body cycle, walk, jog, elliptical	Clinical judgment based on patient's increased tolerance to physical activity	Within group: ↓ PCS score, ↑ Exercise tolerance, ↑ Balance, ↑ Return to sports
Gagnon et al., 2009	Case study	N/A	16/16 (5)	range = 8 -1.6 17	Multi-Modal	Daily	15	50-60% maximal capacity	mean = 4.4 ±.6 wk cycle	Stationary		Within group: ↓ PCS score, ↑ Exercise tolerance, ↑ Return to full function
Gagnon et al., 2016	Case study	N/A	10/10 (3)	range = 15 1.8 - 18	Multi-Modal	Daily	20-30	60% maximal capacity	mean = 6.8 ± 4.7 wk	Participants' preference	Clinical judgment according to progress documented during weekly visits	Within group: ↓ PCS score, ↓ Fatigue, ↓ Depression, ↑ Cognitive functions
Kleffelgaard H et al., 2016	Case study	N/A	4/4 (2)	range = 25 4.3 - 45	Multi-Modal	2 d	15-20	11/20 - 15/20 RPE	8 wk	Participants' preference	Clinical judgment based on patient's sx, signs and	Within group: ↓ PCS score, ↓ Dizziness, ↑ Health-related quality of life, ↑ Mood, ↑ Balance, ↑ Mobility

functional

challenges

Abbreviations: H = Hospital/Medical based, U = University based, **Blank cell = Not reported**, C = Community based,; RCT = Randomised clinical trial; N/A = Not applicable; mTBI = mild Traumatic Brain Injury, TBI = Traumatic Brain Injury; yr = year, M = Male, F = Female; TSI = Time since injury, mo = month; Aerobic-PSx = Progressive sub-symptomatic aerobic exercise, Aerobic-C = Non progressive aerobic exercise, Aerobic-P = Progressive sub-maximal aerobic exercise; d = day, h = hour; min = minute, GXT = Graded exertion testing; Sx = symptom, HR = Heart-Rate, RPE = Rating of Perceived Effort, max = maximal, HRR = Heart-Rate Reserve, bpm = beats per minute; wk = week, IQR = Interquartile range; ↑ = Increase, ↓ = Decrease, PCS = Post-concussion symptoms, *q* = *qualitatively reported effectiveness*.

^a = Provided as mean, unless otherwise indicated.

Similarities found between the types of PA interventions and their exercise dosage parameters lead to their synthesis in 5 types of PA interventions. We categorized as multimodal interventions, the PA interventions that had multiple PA-related therapeutic modalities aiming to improve broader domains of function such as aerobic exercises, coordination exercises, balance exercises or vestibular therapy. This intervention type was the most frequent (37.14%; $n = 13$). This is followed by 3 types of aerobic-only-based interventions distinguished by their type of progression: progressive submaximal aerobic exercise interventions guided by repeated graded exertion testing (34.29%; $n = 12$), constant aerobic exercise (11.42%; $n = 4$), and stepwise progressive aerobic exercise (8.57%; $n = 3$). The last type is a tai chi-qigong intervention, Chinese mindful exercise similar to tai chi, probably requiring less cognitive and physical demands (8.57%; $n = 3$). Table 2 provides details about the types of PA interventions, their dosage parameters, and their reported effectiveness.

TABLE 2 Synthesis of physical activity interventions, dosage parameters and reported effectiveness (n=35)

Article (n=35)	Type of intervention	Frequency	Duration	Intensity	Progression	Intervention Length	Mode (type of exercise)	Results
n=13 ^a	Multi-modal	2-7 d	10 - 60 min	20%-50% HRR or, 50-60% max capacity or, 60% age- predicted HR or, 2-5/10 RPE or, 11-15/20 RPE	Based on clinical judgment or, participant improvement on GXT or, follow a progression based on a protocol	4 wk to 6 mo	Participants' or, preference, stationary and upper body cycle, walk, jog, ski, elliptical and/or sport specific exercises	<p>Between group: ↓ PCS score, ↓ Dizziness-related disability, ↑ Rate of recovery, ↑ Mobility</p> <p>Within group: ↓ PCS score, ↓ Parents reported PCS score, ↓ Dizziness, ↑ Balance, ↑ Gait, ↑ Exercise tolerance, ↓ Fatigue, ↓ Depression, ↑ Cognitive functions, ↑ Mood, ↑ Mobility, ↓ Ataxia, ↑ Motor ability, ↑ Functional ability, ↑ Return to sports, ↑ Return to full function, ↑ Health-related quality of life, ↑ Physical activity participation</p>

n=12 ^b	GXT guided progressive sub-symptomatic aerobic exercise	5-7 d	20 min or, 80% Sx 80% of GXT duration or, 5-60 min	Based on participant improvement on GXT or, increase by 5-10 min d	6 wk to	Participants' preference, walk, jog, run, stationary cycle	<p>Between group: ↓ PCS score, ↑ Recovery rate, ↑ Cardiorespiratory fitness, ↑ Exercise tolerance, ↑ CO2 Sensitivity, ↑ Cerebral Blood Flow regulation, ↓ Recovery time</p> <p>Within group: ↓ Recovery time, ↓ Avoidance of pain, ↑ Exercise tolerance, ↓ PCS score, ↑ Structural connectivity, ↑ Cerebral Blood Flow regulation, ↑ Return to full daily functioning, ↑ Health-related quality of life, ↑ Return to sports</p>
n=4 ^c	Constant aerobic exercise	3-7 d	20-30 min 70%-80% HRR or, 60%-80% HR reached on GXT or, 6/10 RPE	Maintain intensity or, adjust speed and/or grade to maintain HR within the target range	12 wk to 6 mo	Walk, jog or run, stationary cycle	<p>Within group: ↑ Cognitive functions, ↑ Cardiorespiratory fitness, ↑ Exercise tolerance, ↓ Fatigue, ↑ Mood, ↓ PCS score, ↓ Dizziness, ↑ Gait, ↑ Balance, ↑</p>

								Return-to-work, ↑ Return to meaningful activity
n=3 ^d	Step-wise progressive aerobic exercise	24 h between sessions, 8 sessions, or daily	10-30 min or until daily goal has been reached	Low to moderate or, 50% -70% of age-predicted HR to max sprints	Incremental progression based on a protocol	8 sessions 12 wk or, pursued until swim sx resolution	Participants' preferences, walk, run, stationary cycle,	Between group: ↓ Stress Within group: Shorter time to initiation of aerobic exercise after injury = ↑ Recovery, ↓ PCS score, ↓ Depressive, ↓ Stress, ↑ Return-to-work and ↑ Return to sports
n= 3 ^e	Tai chi - Qigong	1-4 d	20-60 min	NR	NR	6-8 wk	Tai chi - Qigong	Between group: ↑ Mood, ↓ Role limitations due to emotional problems Within group: ↑ Mood, ↑ Self-Esteem, <i>q</i> ↑ Recovery, <i>q</i> ↓ Stress, <i>q</i> ↑ Concentration

Abbreviations: GXT = Graded exertion testing; d = day, h = hour; min = minute, HRR = Heart-Rate reserve, max = maximal, HR = Heart-Rate, RPE = Rating of Perceived Effort, Sx = symptom; wk = week, mo = month; *q* = *qualitatively reported* effectiveness; Sx = Symptoms, PCS = Post-concussion symptoms, *q* = Qualitative result, min = minute, h = hour, d = day, wk = week, mo = month,

HR = Heart-rate, HRR = Heart-rate reserve, RPE = Rating of perceived effort, max = maximal; NR= Not reported; ↑ = Increase, ↓ = Decrease.

^a = (Adams et Moore, 2017; Chan et al., 2017; Dobney et al., 2017, 2018; Gagnon et al., 2009, 2016; Grabowski et al., 2017; Hugentobler et al., 2015; Imhoff et al., 2017; Kleffelgaard 2016, 2019; McGeown et al., 2018; Ustinova et al., 2015);

^b = (Chrisman et al., 2017, 2019; Baker et al., 2012; Clausen et al., 2016; Cordingley et al., 2016; Kurowski et al., 2017; Leddy et al., 2010, 2013 2019; Polak et al., 2015; Yuan et al., 2017; Weinstein et al., 2017);

^c = (Moore et al., 2016; Maerlender et al., 2015; Chin et al., 2015a, 2015b);

^d = (Micay et al., 2015; Lawrence et al., 2018; Bellon et al., 2015);

^e = (Blake et Batson, 2009; Gemmel et Leathem, 2006; Yost et Taylor, 2013).

All studies named their intervention and provided a rationale for using their PA intervention for individuals with mTBI. Mean frequency of CERT items per study was 12.20 ± 4.22 (range = 1-17) on a possible score of 19. Eight items were reported in over 80% of articles (*type of equipment* [#1], *performed individually or in group* [#3], *supervised or unsupervised* [#4], *description of each exercise to enable replication* [#8], *setting in which the exercises are performed* [#12], *description of the exercise intervention* [#13], *generic or tailored exercises* [#14a], and *decision rule for determining starting level* [#15]). Individual scoring for each article can be found in Supplemental Digital Content I (available at: <http://links.lww.com/JHTR/A384>). Table 3 lists the characteristics of PA interventions according to the CERT items and contains details about the characteristics and their frequency of reporting.

TABLE 3 Frequency of reporting of characteristics of physical activity interventions in the 35 articles categorized according to items of the Consensus on Exercise Reporting Template checklist (CERT) and key messages for clinical intervention development or improvement

CERT item #	Description of CERT item and specific characteristic categories	Articles (n)	%	Key messages for PA intervention development or improvement
1	Description of the type of exercise equipment ^a	30	85.71	Interpretation/recommendation
	Stationary exercise equipment (e.g., stationary cycle, elliptical)	24	68.57	-Most PA interventions use stationary exercise equipment, some require no equipment (e.g., walk, tai chi exercises), and a third monitor exercise intensity. - Regardless of the type of equipment used, some form of monitoring of exercise intensity should be used. (Refer to Supplementary Digital Content II for possible measures)
	Heart-rate (HR) monitor	10	28.57	
	Sport and exercise equipment	6	17.14	
	Others (video game console and pedometer)	2	5.71	
	No equipment needed	3	8.57	
2	Description of the qualifications, expertise and/or training ^a	27	77.14	Interpretation/recommendation
	Health professional	22	62.86	-Most PA interventions are delivered by clinical experts and fewer by researchers or trained instructors; supervision by a trained professional is thus important.
	Research staff	3	5.71	
	Qigong instructor	3	8.57	
3	Description of exercises performed individually or in a group	29	82.86	Interpretation/recommendation
	Individual	24	68.57	-Most PA interventions are delivered individually, but group-based and mixed interventions could be envisaged in some clinical settings.
	Group	3	8.57	
	Mixed	2	5.71	
4	Describe whether exercises are supervised or unsupervised	31	88.57	Interpretation/recommendation

	Supervised	31	100	<i>-All PA interventions are supervised; PA interventions should be supervised in some way.</i>
	Unsupervised	0	0	
5	Detailed description of how adherence to exercise is measured ^a	16	45.71	Interpretation/recommendation
	Exercise diary	7	20	<i>-Adherence to PA interventions could be measured with an exercise diary, a pedometer, or by counting attendance to supervised sessions.</i>
	Record session attendance	2	5.71	
	Pedometer data	2	5.71	
	Verbally asked	2	5.71	<i>-Adherence measurement tools should be implemented within a PA intervention and adherence should be measured/reported.</i>
	Not measured	5	14.29	
6	Detailed description of motivation strategies ^a	8	22.86	Interpretation/recommendation
	Goals setting and planning	2	5.71	<i>-Few studies report using motivational strategies to support PA interventions, but different techniques such as goal setting and planning, shaping knowledge, and providing feedback and monitoring may enhance motivation of individuals with mTBI.</i>
	Feedback and monitoring	4	11.43	
	Shaping knowledge	2	17.14	
	Comparison of behaviour	6	5.71	
	Social rewards	1	2.86	
	Self-belief	6	17.14	
7a	Description of the decision rule(s) for determining exercise progression	14	40	Interpretation/recommendation
	Based on HR reserve	3	8.57	<i>-Few studies report a clear rule for determining exercise progression, but some studies use improvement of exercise tolerance to guide exercise progression.</i>
	Based on exercise tolerance	10	28.57	
	Based on clinical judgement	1	2.86	
7b	Description of how the exercise program was progressed	26	74.29	Interpretation/recommendation
	Based on improvement on GXT	9	25.71	

	Based on predetermined step-wise protocol	6	17.14	-Exercise progression could be based on the combination of
	Maintained in a target HR range	3	8.57	measurable progress (GXT, step-wise protocol, or HR Range) and
	Based on participant's symptoms, exercise tolerance and clinical judgment	8	22.86	clinical judgment.
8	Detailed description of each exercise to enable replication ^a	31	88.57	Interpretation/recommendation
	Aerobic exercise	26	74.29	-Most PA interventions include an aerobic exercise component, but
	Coordination exercises	6	17.14	coordination, activity specific, flexibility and resistance exercises
	Activity-specific exercises	7	20	can also be added to create more complete PA interventions.
	Flexibility and resistance exercises	2	5.71	
9	Detailed description of any home program component	23	65.71	Interpretation/recommendation
	Has a home-program	20	57.14	-Most PA interventions include a home program as a strategy to
	Does not have a home program	3	8.57	increase the frequency of PA between supervised sessions.
10	Description of whether there are any non-exercise components ^a	15	42.86	Interpretation/recommendation
	Other therapy (vestibular, occupational)	7	20	-A minority of studies report having a non-exercise component.
	Providing coaching, education or informational documents	7	20	- Other therapies aiming to target specific mTBI symptoms,
	Symptom log or exercise diary	4	11.43	coaching, education and providing documents about PA and mTBI
	Visualization/Imagery	4	11.43	could be included in PA interventions.
11	Description of the type and number of adverse events that occurred	16	45.71	Interpretation/recommendation
	No serious adverse events	11	31.43	-PA seems to be a safe intervention for individuals with mTBI.
	Adverse events	5	14.29	Minor musculoskeletal issues and a temporary increase in post-
	Temporary increase in post-concussion symptoms	2	5.71	concussion symptoms were reported in few studies.

	Minor musculoskeletal issues	3	8.57	
12	Describe the setting in which the exercises are performed	32	91.43	Interpretation/recommendation
	Hospital-based	19	54.29	<i>-PA interventions are mostly performed in healthcare or university-based clinics.</i>
	University-based	11	31.43	
	Community-based	2	5.71	
13	Detailed description of the exercise intervention ^a	33	94.29	Interpretation/recommendation
	Intervention length	32	91.43	<i>-Most PA interventions report important PA dosage parameters.</i>
	Frequency	30	85.71	<i>-These parameters are critical to include in a new PA intervention</i>
	Duration	31	88.57	<i>because they guide proper exercise dosage, help replication and</i>
	Intensity	26	74.29	<i>interpretation of the impact of interventions.</i>
	Mode	29	82.86	
14a	Describe whether the exercises are generic or tailored	33	94.29	Interpretation/recommendation
	Generic	2	5.71	<i>-Most PA interventions are tailored to individual's needs and capacities.</i>
	Tailored	31	88.57	
14b	Detailed description of how exercises are tailored to the individual	21	60	<i>-PA interventions should be tailored to individuals' progression and response to the exercise program.</i>
15	Describe the decision rule for determining the starting level	29	82.86	Interpretation/recommendation
	Based on a graded exertion test	17	48.57	<i>-Most interventions base the starting level of PA on the results of a GXT, but is possible to initiate PA at a low intensity without using a GXT.</i>
	Based on a baseline level of physical capacity or ability	4	11.43	
	Based on pre-determined intensity	8	22	

-GXT can provide an objective symptomatic threshold under which an individual can train safely.

16a	Describe how adherence or fidelity is assessed/measured	2	5.71	Interpretation/recommendation
16b	Describe the extent to which the intervention was delivered as planned (adherence to the intervention)	12	34.28	<i>- Adherence to PA interventions is not often reported, but should be measured and reported as it is an important tool for monitoring proper intervention dosage and to inform the feasibility of the PA interventions for specific populations (e.g., youth VS older adults).</i>

Abbreviations: HR = Heart-rate, GXT = Graded exertion testing; PA = Physical activity.

^a Components from PA interventions can be assigned to multiple specific characteristic categories that are not mutually exclusive.

Seventy-seven health-related outcomes were assessed in the 35 studies and categorized in ICF domains: body function and structure 76.62% ($n = 59$), activities and participation 12.99% ($n = 10$), environmental factors 5.19% ($n = 4$), and personal factors 2.60% ($n = 2$) (see Table 4). The most frequently measured outcomes were symptom-related ($n = 24$), control of voluntary movement outcomes ($n = 11$), cardiorespiratory outcomes ($n = 10$), emotional outcomes ($n = 10$), participation in PA ($n = 10$), and return to activity, work/school, or sports ($n = 8$). Studies reported effectiveness of PA interventions on postconcussion symptoms ($n = 19$), cardiorespiratory outcomes (ie, exercise tolerance, heart rate; $n = 9$), and return to activity, work/school, or sports ($n = 7$). Qualitatively reported outcomes ($n = 5$) included perceived improvement in motor and in functional abilities, general recovery, cognitive function, and stress levels.

TABLE 4 Health-related outcomes measured (n=77), reported effectiveness and number of measurement tools from selected studies (n=35) classified according to the International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF)

Outcome domains (n of outcomes; n=77)	ICF domain code^a	Outcome measure, measurement tool used (n)^b	Studies measuring outcome (n/35)	Studies reporting significant findings (n/35)
Measures of Body Function and Structure (n=59)				
Brain structures (2)	s110	1	3	1
Cardiorespiratory functions (15)	b4100; b420; b4400; b4409; b455; b4551; b4552	9	10	9
Cerebrovascular and brain metabolism functions (3)	b415; b540; b598	3	2	2
Mental functions (11)	b1; b140; b1443; b1448; b147; b164; b189; b3300	12	11	4
Sleep functions (1)	b134	3	4	0
Sensory functions (1)	b2800	2	2	0
Emotional functions (11)	b1; b1266; b152; d240	13	10	5
Energy and drive functions (3)	b130	6	5	2
Vestibular functions (5)	b235; b2351; b240; b2403; b760; b7603	5	11	7
Control of voluntary movement functions (4)	b760	4	3	1

Gait pattern functions (2)	b770	2	4	1
Mobility of joint functions (1)	b710	1	1	0
Measures of Activities and Participation (n=10)				
Mobility (2)	d4	3	5	2
Participation in physical activity (2)	d920	4	10	1
Return to activity, work or school, or sport (3)	d820; d850	1	8	7
Interpersonal interactions and relationships (3)	d7; d7504;	2	2	1
Environmental factors (n=4)				
Support and relationships (4)	e3; e310; e315; e320	2	3	0
Personal factors (n=2)				
General health status (1)	Perceptions	1	1	0
Health-related quality of life (1)	Perceptions	2	3	2
Other (n=2)				
Post-concussion symptom-related outcomes (2)	b1; b1300; b134; b140; b144; b152; b160; 7 b210; b2102; b240; b2401; b2403; b280; b28010; b4552; b5106; b5350		24	19

^a Domain codes from the Classification of Functioning, Disability and Health available online (ICF).

^b A detailed list of outcome measures, instruments and measurement tools reported is provided in **Supplemental Digital Content II**.

Gray literature

Ten records were in the form of PDF-formatted documents and 4 were texts found on Web sites. Records originated from universities ($n = 5$), hospitals ($n = 2$), nonprofit organizations ($n = 2$), professional associations ($n = 2$), private clinics ($n = 2$), and government ($n = 1$). Most ($n = 9$) suggest the use of a progressive subsymptomatic threshold submaximal aerobic program including one suggesting using this approach in conjunction with other interventions based on individual needs (multimodal). Two records provide recommendations to use low-level exercise without providing more description, and 2 others suggest exercise might be of benefit for individuals with mTBI without clearer parameters.

The remaining record (master's thesis) is an exploratory randomized controlled trial reporting that low- to moderate intensity aerobic interval training combined with supplemented oxygen can improve power output and lessens perceived fatigue more than training under normal conditions in individuals with mild, moderate, and severe TBI (Busilacchi, 2007).

Consultation with stakeholders

Consultation with our partners occurred throughout the process of the review and helped tailor and enhanced knowledge uptake. For example, when consulting our clinical partners about the content of Table 3, they told us the table contained too much information and it was difficult to identify the most relevant information to inform the development of their new PA intervention. Consequently, we added an additional column to the table and provided interpretation/recommendations of all characteristics as key messages to support knowledge uptake for clinicians.

4.1.5 Discussion

This scoping review aimed to identify existing PA interventions for individuals with mTBI, their characteristics, health-related outcomes measures, and effectiveness to assist quality improvement efforts of an outpatient TBI rehabilitation program. This study has several significant findings.

A unique contribution of this research is the identification of several types of PA interventions for individuals with mTBI. Much of the literature focuses on interventions including only an aerobic component; multimodal interventions, incorporating other therapeutic modalities to an aerobic component are, however, the most commonly reported single type of PA intervention. Rather than target postconcussion symptom reduction alone, these interventions aim to improve other aspects of function, such as vestibular, balance, coordination, and emotional functions. For example, the active rehabilitation intervention for children developed by Gagnon et al. (2009, 2016) includes individualized progressive subsymptomatic and submaximal aerobic exercises, sports-specific coordination exercises, visualization, and a home program (Gagnon et al., 2009, 2016). In adults, similar approaches exist that add individual tailored vestibular exercise and balance training to a progressive submaximal aerobic home program (Kleffelgaard et al., 2016, 2019). These more comprehensive interventions are in line with CPGs and concussion statements recommending both symptom-limited PA and targeted interventions for specific persistent symptoms of mTBI (VA/DoD, 2016; ONF, 2013, 2018; McCrory et al., 2017). Their effectiveness remains unclear, as only 2 studies were randomized controlled trials that found improvement in postconcussion symptom status, mobility, and in a dizziness-related disability (Chan et al., 2018; Kleffelgaard et al., 2019).

Another significant contribution of this research was identifying the high variability in the reporting of interventions' characteristics using the CERT. The 3 exercise dosage parameters of *intensity* (74%), *mode of exercise* (82%), and *frequency* (85%) were the most commonly missing parameters in the 35 studies. These are critical parameters for reporting; without them, PA interventions cannot be replicated, and the possibility of attributing a causal link between the prescribed PA intervention and the targeted effects is limited (Howell et al., 2019). In addition, other details, particularly about motivational strategies and exercise rules for determining starting level or exercise progression, are also missing from the literature. A mean CERT score of 12.2 was disappointing; ideally each study should have been closer to 19/19. Limited details threaten the ability to replicate and further study PA interventions, thus slowing generation of new knowledge and practice change. This study also underscores the feasibility and importance of using the CERT to analyze and describe PA interventions. In light of these results, it is clear that this field of research needs a more structured approach when describing PA interventions.

We, therefore, recommend future authors use an intervention-reporting checklist such as the CERT for standardized and comprehensive when description of their PA interventions designed for individuals with mTBI (see Figure 2).

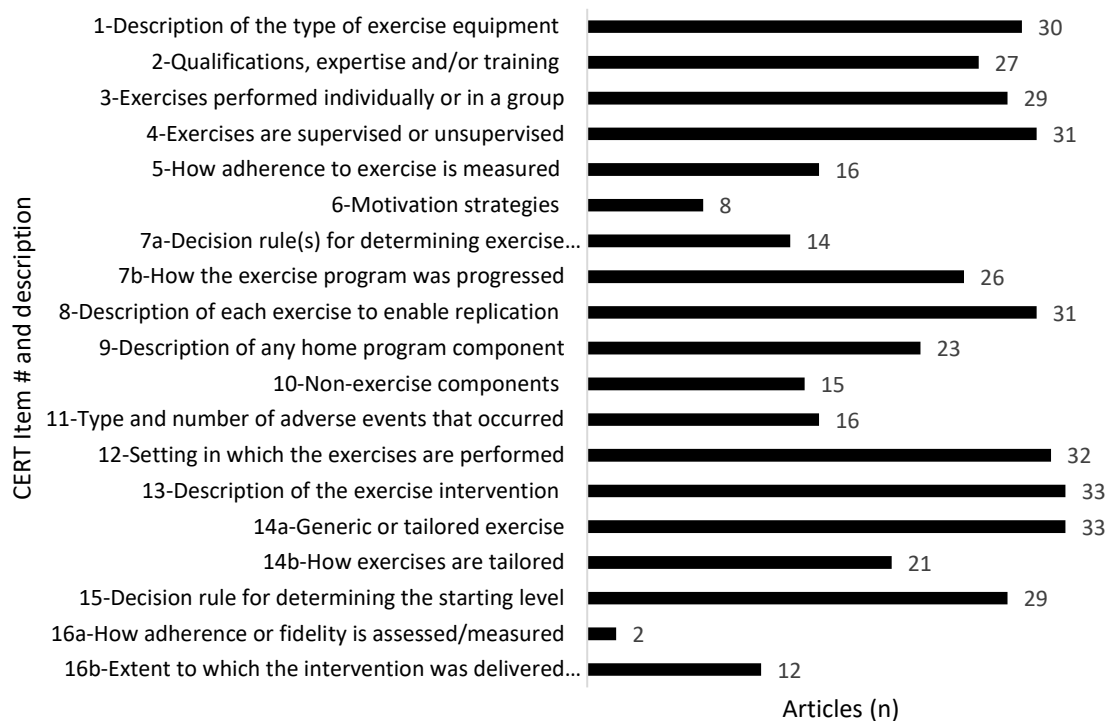


Figure 2: Frequency of reporting of the Consensus on Exercise Reporting Template checklist (CERT) items in the 35 articles

With regard to the synthesis of targeted health-related outcomes, interestingly, studies focused mainly on measures of body functions and symptom-related outcomes. Fewer studies measured the effect of PA interventions on activities, participation, and environmental and personal factors. Indeed, less than a third of studies measured the effect of PA interventions on return to sports, work/school, or full function, and even less measured health-related quality of life. Most PA interventions in our review were delivered to individuals with symptoms persisting for less than 6 months. Reduction of these symptoms was likely the main clinical priority, thus explaining the heavy focus on symptom-related outcomes. Reducing ongoing symptoms is also important for individuals with symptoms lasting more than 6 months, such as those seen by our clinical partner, but returning to premorbid activities and social roles (eg, participation) and

improving their health-related quality of life are the ultimate rehabilitation goals. To help clinicians identify the best evidence-based approaches to reach these rehabilitation goals, future research on PA interventions should include outcome measures of participation and health-related quality of life.

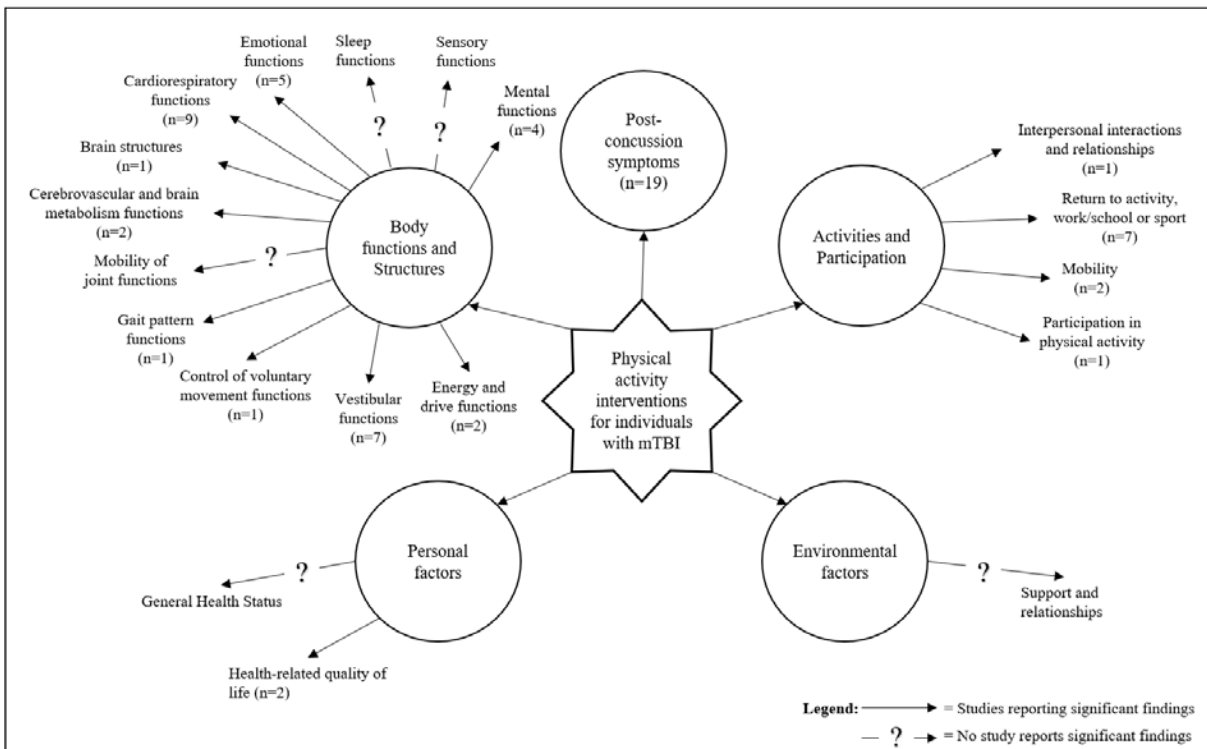


Figure 3: Effects of physical activity interventions on outcome domains classified according to the International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF)

With regard to PA intervention effectiveness, the majority of studies reported improved symptom-related outcomes, with a limited number reporting improvement on different aspects of body functions and structures, activities and participation, and health-related quality of life. These results should be interpreted with caution, as most studies were not RCTs and did not have a control group. Among the 13 studies with a control group, only 6 were attributed a methodological quality score of *good*. Nevertheless, the results of this review suggest that PA interventions can affect a wide range of health-related outcomes targeted in both the early phase of rehabilitation and during later phases when symptoms persist (see Figure 3).

The population targeted by the studies in our scoping review includes individuals with heterogeneous characteristics with regard to age, mechanism of injury, and initial level of PA. This may explain the wide variation in health-related domains measured and the number of outcome measures used because of the varying needs of the individuals within this population. This limits the generalizability of the results of this review about the effects of PA interventions on specific subpopulations such as athletes, children, or older adults. A meta-analysis on this body of literature with the population targeted in this review is not warranted because of the heterogeneous characteristics of the subpopulations included, the variety, and in some cases, poor quality of study designs, and the wide range of outcomes measures used. Ideally, future systematic reviews or meta-analyses should aim to provide more precise estimates of the effect of specific PA interventions for specific subpopulations of individuals with mTBI if they can include studies of high quality using common, standardized outcome measures.

To better mobilize and tailor knowledge resulting from this scoping review, we continuously involved our clinical partners to enhance the research process and the interpretation of results. They were involved in consultations leading to the conceptualization of this study, they verified the research question during a presentation of the study protocol, and they were consulted twice to enhance the extraction form and twice to improve the interpretation of the results of the study. Their continuous involvement influenced our analysis of the literature and how results were presented. For example, our clinical partners felt that the premorbid level of PA of their clientele may influence the delivery of PA interventions, so it was included in the extraction form. Although the relationship between premorbid level of PA and recovery of mTBI is still unclear, it is plausible that for sedentary individuals, the PA progression, the length of intervention, and the expected outcome changes could be much slower than what is seen with athletes and individuals who are more active (Leddy et al., 2010; Taylor et al., 2015). The results of this scoping review, and the key messages mentioned earlier, are currently being used to enhance our clinical partner's PA intervention, and we hope they can help other clinicians and researchers design or enhance their interventions.

This innovative review informs clinicians about the different PA intervention options available for their clientele. Using the results summarized in the tables, expert clinicians can use their

clinical judgment to select and deliver the preferred intervention according to the goal of their intervention and patients' preferences. Moreover, with a wide range of possible positive effects on health-related outcomes and on postconcussion symptoms, we believe this review provides a strong argument to implementing more structured PA interventions in clinical practice. As submaximal subsymptomatic aerobic exercise is included in most interventions reported in this review, and has shown relative effectiveness, this modality should be integrated into a PA intervention.

4.1.5.1 Limitations

This scoping review is subject to publication bias, although an effort was made to identify unpublished interventions by searching the gray literature. Also, the synthesis of PA interventions, their characteristics, and targeted outcomes is limited by what was “reported” in the articles and may not represent exactly what was delivered and measured. Their description could have been limited by journals' word count and perhaps detailed protocols exist for the PA intervention presented in the literature. These results also represent what is currently being done by researchers and may not reflect current clinical practice.

4.1.6 Conclusion

This scoping review identified 5 types of PA interventions aiming to improve health-related outcomes in individuals with mTBI, which may offer more treatment options for healthcare providers. However, better description of these PA interventions is needed to facilitate clinical uptake and improve reproducibility of interventions in future research. PA interventions may improve activities and participation, and health-related quality of life, but these outcomes are rarely measured or reported. Future studies in a rehabilitation setting should include these measures since they are important goals for individuals with persisting symptoms of mTBI. Involvement of clinical partners in key steps throughout this study improved tailoring of knowledge to clinical needs and enhanced the interpretation and usability of results. Results from this scoping review can be used to help design, implement, and/or improve existing PA interventions.

4.1.7 Reference

- Adams, J., et Moore, B. (2017). Return to meaningful activities after a multi-modal rehabilitation programme among individuals who experience persistent dizziness and debility longer than 9 months after sustaining a concussion: A case series. *Physiotherapy Canada*, 69(3), 249-259. <https://doi.org/10.3138/ptc.2015-81ep>
- Alarie, C., Gagnon, I. J., Quilico, E. et Swaine, B. (2019). Characteristics and outcomes of physical activity interventions for individuals with mild traumatic brain injury: A scoping review protocol. *BMJ Open*, 9(6), e027240. <https://10.1136/bmjopen-2018-027240>
- Baker, J. G., Freitas, M. S., Leddy, J. J., Kozlowski, K. F. et Willer, B. S. (2012). Return to full functioning after graded exercise assessment and progressive exercise treatment of postconcussion syndrome. *Rehabilitation Research & Practice*, 1-7. <https://doi.org/2012/705309>
- Bellon, K., Kolakowsky-Hayner, S., Wright, J., Huie, H., Toda, K., Bushnik, T. et Englander, J. (2015). A home-based walking study to ameliorate perceived stress and depressive symptoms in people with a traumatic brain injury. *Brain Injury*, 29(3), 313-319. <https://doi.org/10.3109/02699052.2014.974670>
- Blake, H. et Batson, M. (2009). Exercise intervention in brain injury: A pilot randomized study of Tai Chi Qigong. *Clinical Rehabilitation*, 23(7), 589-598. <https://doi.org/10.1177/0269215508101736>
- Busilacchi, E. (2007). *L'entraînement aérobic en hyperoxie chez les personnes ayant subi un traumatisme crânio-cérébral modéré/sévère* [Mémoire de maîtrise; Université du Québec à Montréal]. Archipel. <https://archipel.uqam.ca/9986/1/M9865.pdf>
- Chan, C., Iverson, G. L., Purtzki, J., Wong, K., Kwan, V., Gagnon, I. et Silverberg, N. D. (2018). Safety of active rehabilitation for persistent symptoms after pediatric sport-related concussion: A randomized controlled trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 99(2), 242-249. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2017.09.108>
- Chin, L. M., Keyser, R. E., Dsurney, J. et Chan, L. (2015). Improved cognitive performance following aerobic exercise training in people with traumatic brain injury. *Archives of*

Physical Medicine and Rehabilitation, 96(4), 754-759.

<https://doi.org/10.1016/j.apmr.2014.11.009>

Chin, L. M., Chan, L., Woolstenhulme, J. G., Christensen, E. J., Shenouda, C. N. et Keyser, R. E. (2015, novembre). Improved cardiorespiratory fitness with aerobic exercise training in individuals with traumatic brain injury. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 30(6), 382. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2014.11.009>

Chrisman, S. P. D., Whitlock, K. B., Somers, E., Burton, M. S., Herring, S. A., Rowhani-Rahbar, A. et Rivara, F. P. (2017). Pilot study of the sub-symptom threshold exercise program (SSTEP) for persistent concussion symptoms in youth. *NeuroRehabilitation*, 40, 493-499. <https://doi.org/10.3233/NRE-161436>

Chrisman, S. P. D., Whitlock, K. B., Mendoza, J. A., Burton, M. S., Somers, E., Hsu, A., Fay, L., Palermo, T. M. et Rivara, F. P. (2019). Pilot randomized controlled trial of an exercise program requiring minimal in-person visits for youth with persistent sport-related concussion. *Frontiers in Neurology*, 10, 623. <http://dx.doi.org/10.3389/fneur.2019.00623>

Clausen, M., Pendergast, D. R., Willer, B. et Leddy, J. (2016). Cerebral blood flow during treadmill exercise is a marker of physiological postconcussion syndrome in female athletes. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 31(3), 215-224. <https://doi.org/10.1097/htr.0000000000000145>

Cohen, R. (2018). *Concussion is treatable beginning treatment the day after the mechanism*. Arizona Athletic Trainers' Association, Arizona. <http://www.azata.net/resources/Documents/2018%20Winter%20Symposium/Speaker%20Handouts/Concussion%20is%20treatable%20Cohen%20AzATA%20Jan%202018.pdf>

Cordingley, D., Girardin, R., Reimer, K., Ritchie, L., Leiter, J., Russell, K. et Ellis, M. J. (2016). Graded aerobic treadmill testing in pediatric sports-related concussion: safety, clinical use, and patient outcomes. *Journal of Neurosurgery: Pediatrics*, 25(6), 693-702. <https://doi.org/10.3171/2016.5.peds16139>

DeNiel, C. (2017). *Move it or lose it: The benefits of movement and exercise in traumatic brain injuries* [Communication orale]. Brain Injury Alliance Annual Conference,

- Minnesota. https://www.braininjurymn.org/annual_conference/CONF-2017-presentations/Friday-I-E.pdf
- Direnfeld, L. (2010). *Mild Traumatic Brain Injury* [Communication orale]. Western Occupational and Environmental Medical Association Webinar. <https://www.woema.org/pdf/TraumaticBrainInjuryVer4a.pdf>
- Department of Defense & Department of Veteran Affairs [VA/DoD]. (2016). *VA/DoD clinical practice guideline for management of concussion/mild traumatic brain injury*. <https://www.healthquality.va.gov/guidelines/Rehab/mtbi/mTBICPGFullCPG50821816.pdf>
- Dobney, D. M., Grilli, L., Kocilowicz, H., Beaulieu, C., Straub, M., Friedman, D. et Gagnon, I. (2017). Evaluation of an active rehabilitation program for concussion management in children and adolescents. *Brain Injury*, 31(13-14), 1753-1759. <https://doi.org/10.1080/02699052.2017.1346294>
- Dobney, D. M., Grilli, L., Kocilowicz, H., Beaulieu, C., Straub, M., Friedman, D. et Gagnon, I. J. (2018). Is there an optimal time to initiate an active rehabilitation protocol for concussion management in children? A case series. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 33(3), E11-E17. <http://doi.org/10.1097/HTR.0000000000000339>
- Downs, S. H. et Black, N. (1998). The feasibility of creating a checklist for the assessment of the methodological quality both of randomised and non-randomised studies of health care interventions. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 52(6), 377-384. <https://doi.org/10.1136/jech.52.6.377>
- Fischer, F., Lange, K., Klose, K., Greiner, W. et Kraemer, A. (2016). Barriers and strategies in guideline implementation—a scoping review. *Healthcare*, 4(3), 36. <http://10.3390/healthcare4030036>
- Fowler Kennedy, St-Joseph's Health Care London. (2017). *Postconcussion Syndrome Management Guidelines*. <https://www.fowlerkennedy.com/wp-content/uploads/2017/02/Post-Concussion-Treatment-Guidelines.pdf>
- Gagnon, I., Galli, C., Friedman, D., Grilli, L. et Iverson, G. L. (2009). Active rehabilitation for children who are slow to recover following sport-related concussion. *Brain Injury*, 23(12), 956-964. <https://doi.org/10.3109/02699050903373477>

- Gagnon, I., Grilli, L., Friedman, D. et Iverson, G. L. (2016). A pilot study of active rehabilitation for adolescents who are slow to recover from sport-related concussion. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 26(3), 299-306.
<https://doi.org/10.1111/sms.12441>
- Gemmell, C. et Leathem, J. M. (2006). A study investigating the effects of Tai Chi Chuan: Individuals with traumatic brain injury compared to controls. *Brain Injury*, 20(2), 151-156. <https://doi.org/10.1080/026990505000442998>
- Grabowski, P., Wilson, J., Walker, A., Enz, D. et Wang, S. (2017). Multimodal impairment-based physical therapy for the treatment of patients with post-concussion syndrome: A retrospective analysis on safety and feasibility. *Physical Therapy in Sport*, 23, 22-30.
<https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2016.06.001>
- Headway Foundation. (2019). *Tips for concussions recovery*.
<http://headwayfoundation.com/recovery-tips/>
- Hoffmann, T. C., Glasziou, P. P., Boutron, I., Milne, R., Perera, R., Moher, D., Altman, D. G., Barbour, V., Macdonald, H. et Johnston, M. (2014). Better reporting of interventions: template for intervention description and replication (TIDieR) checklist and guide. *BMJ*, 348, g1687. <http://doi.org/10.1136/bmj.g1687>
- Hooper, P., Jutai, J. W., Strong, G. et Russell-Minda, E. (2008). Age-related macular degeneration and low-vision rehabilitation: A systematic review. *Canadian Journal of Ophthalmology*, 43(2), 180-187. <https://doi.org/10.3129/i08-001>
- Howell, D. R., Taylor, J. A., Tan, C. O., Orr, R. et Meehan, W. P. (2019). The role of aerobic exercise in reducing persistent sport-related concussion symptoms. *Medicine and Science in Sports & Exercise*, 51(4), 647-652.
<https://doi.org/10.1249/mss.0000000000001829>
- Hugentobler, J. A., Quatman-Yates, C., Evanson, N. K., Paulson, A., Chicoine, C., Backeljauw, B., Santia, C. L. et Kurowski, B. G. (2019). Active rehabilitation after childhood and adolescent mild traumatic brain injury: A narrative review and clinical practice implications. *Current Physical Medicine and Rehabilitation Reports*, 7(1), 15-22. <http://doi.org/10.1007/s40141-019-0207-3>
- Imhoff, S., Fait, P., Carrier-Toutant, F. et Geneviève, B. (2017). Efficiency of an active rehabilitation intervention in a slow-to-recover paediatric population following a sport-

- related concussion. *British Journal of Sports Medicine*, 51(11), A85-A85.
<https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-097270.220>
- Innovative Sports Medicine (2019). *Concussions*.
<https://www.innovativesportmedicine.ca/Injuries-Conditions/Head/Concussions/a~7946/article.html>
- Kleffelgaard, I., Soberg, H. L., Bruusgaard, K. A., Tamber, A. L. et Langhammer, B. (2016). Vestibular rehabilitation after traumatic brain injury: Case series. *Physical Therapy*, 96(6), 839-849. <https://doi.org/10.2522/ptj.20150095>
- Kleffelgaard, I., Soberg, H. L., Tamber, A.-L., Bruusgaard, K. A., Pripp, A. H., Sandhaug, M. et Langhammer, B. (2019). The effects of vestibular rehabilitation on dizziness and balance problems in patients after traumatic brain injury: A randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 33(1), 74-84. <https://doi.org/10.1177/0269215518791274>
- Kozlowski, K. (2008). *Progressive aerobic exercise treatment of postconcussion syndrome* [Thèse de doctorat; University of Buffalo]. ProQuest.
<https://www.proquest.com/pagepdf/304370510?accountid=12543>
- Kurowski, B. G., Hugentobler, J., Quatman-Yates, C., Taylor, J., Gubanich, P. J., Altaye, M. et Wade, S. L. (2017). Aerobic exercise for adolescents with prolonged symptoms after mild traumatic brain injury: An exploratory randomized clinical trial. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 32(2), 79-89.
<https://doi.org/10.1097/htr.0000000000000238>
- Lal, A., Kolakowsky-Hayner, S. A., Ghajar, J. et Balamane, M. (2018). The effect of physical exercise after a concussion: A systematic review and meta-analysis. *The American Journal of Sports Medicine*, 46(3), 743-752. <http://doi.org/10.1177/0363546517706137>
- Lamontagne, M.-E., Gargaro, J., Marier-Deschênes, P., Truchon, C., Bayley, M. T., Marshall, S., Kagan, C., Brière, A. et Swaine, B. (2018). A survey of perceived implementation gaps for a clinical practice guideline for the rehabilitation of adults with moderate to severe traumatic brain injury. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 33(5), 306-316. <http://doi.org/10.1097/HTR.0000000000000430>

- Lawrence, D. W., Richards, D., Comper, P. et Hutchison, M. G. (2018). Earlier time to aerobic exercise is associated with faster recovery following acute sport concussion. *PloS One*, 13(4), e0196062. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0196062>
- Leddy, J. J., Kozlowski, K., Donnelly, J. P., Pendergast, D. R., Epstein, L. H. et Willer, B. (2010). A preliminary study of subsymptom threshold exercise training for refractory post-concussion syndrome. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 20(1), 21-27. <https://doi.org/10.1097/JSM.0b013e3181c6c22c>
- Leddy, J. J., Cox, J. L., Baker, J. G., Wack, D. S., Pendergast, D. R., Zivadinov, R. et Willer, B. (2013). Exercise treatment for postconcussion syndrome: A pilot study of changes in functional magnetic resonance imaging activation, physiology, and symptoms. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 28(4), 241-249. <https://doi.org/10.1097/HTR.0b013e31826da964>
- Leddy, J. J., Haider, M. N., Ellis, M. J., Mannix, R., Darling, S. R., Freitas, M. S., Suffoletto, H. N., Leiter, J., Cordingley, D. M. et Willer, B. (2019). Early subthreshold aerobic exercise for sport-related concussion: a randomized clinical trial. *JAMA Pediatrics*, 173(4), 319-325. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2018.4397>
- Levac, D., Colquhoun, H. et O'Brien, K. K. (2010). Scoping studies: Advancing the methodology. *Implementation Science*, 5(1), 69. <https://doi.org/10.1186/1748-5908-5-69>
- Maerlender, A., Rieman, W., Lichtenstein, J. et Condiracci, C. (2015). Programmed physical exertion in recovery from sports-related concussion: a randomized pilot study. *Developmental Neuropsychology*, 40(5), 273-278. <https://doi.org/10.1080/87565641.2015.1067706>
- McCrory, P., Meeuwisse, W., Dvorak, J., Aubry, M., Bailes, J., Broglio, S., Cantu, R. C., Cassidy, D., Echemendia, R. J., Castellani, R. J., Davis, G. A., Ellenbogen, R., Emery, C., Engebretsen, L., Feddermann-Demont, N., Giza, C. C., Guskiewicz, K. M., Herring, S., Iverson, G. L.,... Vos, P. E. (2017). Consensus statement on concussion in sport— The 5th international conference on concussion in sport held in Berlin, October 2016. *British Journal of Sports Medicine*, 51(11), 838-847. <http://doi.org/10.1136/bjsports-2017-097699>

- McGeown, J. P., Zerpa, C., Lees, S., Niccoli, S. et Sanzo, P. (2018). Implementing a structured exercise program for persistent concussion symptoms: A pilot study on the effects on salivary brain-derived neurotrophic factor, cognition, static balance, and symptom scores. *Brain Injury*, 32(12), 1556-1565.
<https://doi.org/10.1080/02699052.2018.1498128>
- Micay, R., Richards, D. et Hutchison, M. G. (2018). Feasibility of a postacute structured aerobic exercise intervention following sport concussion in symptomatic adolescents: A randomised controlled study. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 4(1), e000404.
<http://doi.org/10.1136/bmjsem-2018-000404>
- Moore, B. M., Adams, J. T. et Barakatt, E. (2016). Outcomes following a vestibular rehabilitation and aerobic training program to address persistent post-concussion symptoms an exploratory study. *Journal of Allied Health*, 45(4), 59E-68E.
- Ontario Neurotrauma Fondation (ONF). (2013). *Guideline for concussion/mild traumatic brain injury & persistent symptoms for adults (18+ years of age), 2nd edition*.
- Ontario Neurotrauma Fondation (ONF). (2018). *Guideline for concussion/mild traumatic brain injury & persistent symptoms, 3rd edition, for adults over 18 years of age*.
<http://braininjuryguidelines.org/concussion/index.php?id=1>
- Orwin, R. G. (1994). Evaluating Coding Decisions. Dans: Cooper, H. (dir.), *The handbook of research synthesis* (p. 150-151). Russel Sage Foundation
- Peak to Shore Physiotherapy and Sports Medicine. (2019). *Peak to Shore Physiotherapy and Sports Medicine"resource on concussions*.
<http://www.peaktoshorephysiotherapy.com/Injuries-Conditions/Head/Concussions/a~7946/article.html>
- Physical activity. Dans Kent, M (dir.), *The Oxford Dictionary of Sports Science & Medicine (3rd edition)*. Oxford University Press.
<https://www.oxfordreference.com/view/10.1093/acref/9780198568506.001.0001/acref-9780198568506-e-5276?rskey=4e8rME&result=5262>
- Physiotherapy Alberta College + Association. (2019). *Concussion management: a toolkit for physiotherapists*. https://www.physiotherapyalberta.ca/files/concussion_toolkit.pdf
- Polak, P., Leddy, J. J., Dwyer, M. G., Willer, B. et Zivadinov, R. (2015). Diffusion tensor imaging alterations in patients with postconcussion syndrome undergoing exercise

- treatment: A pilot longitudinal study. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 30(2), E32-E42. [http://doi.org/ 10.1097/HTR.0000000000000037](http://doi.org/10.1097/HTR.0000000000000037)
- Rowed, D.W. (2013). *Traumatic brain injury: The Workplace Safety and Insurance Appeals Tribunal*. <http://www.wsiat.on.ca/english/mlo/traumatic.htm>
- Silverberg, N. D. et Iverson, G. L. (2013). Is rest after concussion "the best medicine?": Recommendations for activity resumption following concussion in athletes, civilians, and military service members. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 28(4), 250-259. [http://doi.org/ 10.1097/HTR.0b013e31825ad658](http://doi.org/10.1097/HTR.0b013e31825ad658)
- Slade, S. C., Dionne, C. E., Underwood, M. et Buchbinder, R. (2016). Consensus on exercise reporting template (CERT): explanation and elaboration statement. *British Journal of Sports Medicine*, 50(23), 1228-1437). <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096651>
- Sullivan, K. A., Hills, A. P. et Iverson, G. L. (2018). Graded combined aerobic resistance exercise (CARE) to prevent or treat the persistent post-concussion syndrome. *Current Neurology and Neuroscience Reports*, 18(11), 75. [http://doi.org/ 10.1007/s11910-018-0884-9](http://doi.org/10.1007/s11910-018-0884-9)
- Taylor, J. M., Montgomery, M. H., Gregory, E. J. et Berman, N. E. (2015). Exercise preconditioning improves traumatic brain injury outcomes. *Brain Res*, 1622, 414-429. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2015.07.009>
- Trac, M. H., McArthur, E., Jandoc, R., Dixon, S. N., Nash, D. M., Hackam, D. G. et Garg, A. X. (2016). Macrolide antibiotics and the risk of ventricular arrhythmia in older adults. *Canadian Medical Association Journal*, 188(7), E120. <https://doi.org/10.1503/cmaj.150901>
- Ustinova, K. I., Chernikova, L. A., Dull, A. et Perkins, J. (2015). Physical therapy for correcting postural and coordination deficits in patients with mild-to-moderate traumatic brain injury. *Physiotherapy Theory and Practice*, 31(1), 1-7. <https://doi.org/10.3109/09593985.2014.945674>
- UT Southwestern. (2016). *Brain—Can exercise help with traumatic brain injury treatment*. <https://utswmed.org/medblog/tbi-exercise/>
- Ward, C.T. *Exercise and traumatic brain injury*. <https://www.upstate.edu/pmr/pdf/ward.pdf>
- Weinstein, A. A., Chin, L. M., Collins, J., Goel, D., Keyser, R. E. et Chan, L. (2017). Effect of aerobic exercise training on mood in people with traumatic brain injury: A pilot study.

The Journal of Head Trauma Rehabilitation, 32(3), E49.

<https://doi.org/10.1097/HTR.0000000000000253>

Yost, T. L. et Taylor, A. G. (2013). Qigong as a novel intervention for service members with mild traumatic brain injury. *Explore*, 9(3), 142-149. <https://doi.org/10.1016/j.explore.2013.02.002>

Yuan, W., Wade, S. L., Quatman-Yates, C., Hugentobler, J. A., Gubanich, P. J. et Kurowski, B. G. (2017). Structural connectivity related to persistent symptoms after mild tbi in adolescents and response to aerobic training: preliminary investigation. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 32(6), 378-384.

<https://doi.org/10.1097/HTR.0000000000000318>

World Health Organization (WHO). (2001). *International classification of functioning, disability and health: ICF*. World Health Organization.

[https://www.who.int/classifications/international-classification-of-functioning-disability-and-](https://www.who.int/classifications/international-classification-of-functioning-disability-and-health#:~:text=The%20International%20Classification%20of%20Functioning%2C%20Disability%20and%20Health%2C,ICF%20also%20includes%20a%20list%20of%20environmental%20factors)

[health#:~:text=The%20International%20Classification%20of%20Functioning%2C%20Disability%20and%20Health%2C,ICF%20also%20includes%20a%20list%20of%20environmental%20factors](https://www.who.int/classifications/international-classification-of-functioning-disability-and-health#:~:text=The%20International%20Classification%20of%20Functioning%2C%20Disability%20and%20Health%2C,ICF%20also%20includes%20a%20list%20of%20environmental%20factors)

World Health Organization (WHO). (2018, Août). *Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health*. World Health Organization.

<https://www.who.int/dietphysicalactivity/pa/en/>

Supplemental digital content I: Frequency and percentage of items from Consensus of Exercise Reporting Template checklist (CERT) reported in 35 articles

First author, Year	Consensus on Exercise Reporting Template items and sub-items																		CERT Total n/19 (%)	
	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7a	#7b	#8	#9	#10	#11	#12	#13	#14a	#14b	#15	#16a		#16b
Leddy, 2010	✓	✓	✓	✓	✓		✓		✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓			14 (73 68)
Chin, 2015	✓		✓	✓			✓		✓			✓	✓	✓	✓		✓		✓	11 (57 89)
Chin, 2016	✓		✓	✓			✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	13 (68 42)
Weinstein, 2017	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓					✓	✓	✓	✓		✓	12 (63 16)
Bellon, 2014	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓	✓		15 (78 95)
Dobney, 2017	✓	✓	✓	✓		✓		✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓			14 (73 68)
Ustinova, 2015	✓	✓	✓	✓		✓		✓	✓				✓	✓	✓		✓			11 (57 89)
Gagnon, 2009	✓	✓	✓	✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			14 (73 68)
Imhoff, 2016	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓		✓	15 (78 95)
Adams, 2017	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓			13 (68 42)
Yost, 2013		✓	✓	✓				✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓					10 (52 63)
Gemmell, 2006	✓	✓	✓	✓				✓	✓			✓	✓	✓						9 (47 37)
Gagnon, 2016	✓	✓	✓	✓		✓		✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓			14 (73 68)
Kurowski, 2017	✓			✓	✓		✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	14 (73 68)
Weihong, 2017													✓							1 (5 26)
Kleffelgaard, 2016	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	17 (89 47)
Blake, 2009	✓	✓	✓	✓					✓			✓	✓	✓	✓				✓	10 (52 63)
Grabowski, 2017	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓			14 (73 68)
Hugentobler, 2015	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓			15 (78 95)
Leddy, 2013	✓		✓	✓				✓	✓	✓			✓	✓	✓		✓			10 (52 63)
Polak, 2015	✓							✓					✓	✓	✓		✓			6 (31 58)
Cordingley, 2016	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓			14 (73 68)
Maerlander, 2015	✓	✓	✓	✓					✓			✓		✓	✓	✓	✓		✓	11 (57 89)
Dobney, 2018	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓			15 (78 95)
Baker, 2012													✓							1 (5 26)
Clausen, 2016	✓				✓			✓	✓				✓	✓	✓		✓			8 (42 11)
Chrisman, 2017	✓	✓	✓	✓				✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓			12 (63 16)
Chan, 2017		✓		✓							✓	✓	✓	✓	✓	✓				8 (42 11)
Chrisman, 2019	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓			15 (78 95)
Kleffelgaard, 2019		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	17 (89 47)
Leddy, 2019	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	17 (89 47)
McGeown, 2018	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓			13 (68 42)

Moore, 2016	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	16 (84 21)
Lawrence, 2018	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓				✓	✓	✓	✓	✓					12 (63 16)
Micay, 2018	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	16 (84 21)
Frequency of individual CERT item (n/35) (%)	30 (85 71)	27 (77 14)	29 (82 86)	31 (88 57)	16 (45 71)	8 (22 86)	14 (40)	26 (74 29)	31 (88 57)	23 (65 71)	15 (42 86)	16 (45 71)	32 (91 43)	33 (94 29)	33 (94 29)	21 (60)	29 (82 86)	1 (2 86)	12 (34 29)		Mean = 12 20 (64 21)

Legend: ✓ = Reported; Blank cell = Not reported

Supplemental digital content II: Outcome measures (n=59) used in the 35 articles categorized according to the International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF)

Outcome domains	Outcome measures reported (n=59)
Measures of Body Function and Structure	
Brain Structure	MRI scanner
Cardiorespiratory functions	Sphygmomanometer Portable heart-rate monitor 12-lead electrocardiogram Symptom-free exercise duration on Graded Exertion Testing (GXT) Power output on a treadmill (Watts) CR10 Borg rated perceived exertion CR20 Borg rated perceived exertion Oxygen consumption estimated from treadmill speed and grade Expired gas analysis with automated gas analyzers
Cerebrovascular and brain metabolism functions	Co2 Sensitivity test with a spirometer (Rebreathing method) Transcranial doppler (TCD) Salivary-BDNF concentrations (Quantified using a sandwich Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (ELISA))
Mental functions	Immediate Post-concussion Assessment and Cognitive Test (ImPACT®) Neuropsychological paper and pen tests Repeatable Battery for the Assessment of Neuropsychological Status (RBANS) Continuous Performance Test II (CPT-II) Symbol Digit Modality Test (SDMT) Math task from Automated Neuropsychological Assessment Metrics (ANAM) Digit Span from the Weschler Adult Intelligent Scale (WAIS-IV) Weschler Intelligence Scale for Children (WISC-IV) Delis-Kaplan executive function system (D-KEFS) Rey Auditory Verbal Learning Test (RAVLT) Trail Making Test (TMT) A & B
Sleep functions	Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI) Pediatric Quality of Life Multidimensional Fatigue Scale (PedsQL) Scat2 - Post-Concussion Symptom Scale
Sensory functions	Medical Outcome Study Short Form (SF-36) Patient-Reported Outcomes Measurement Information System (PROMIS)
Emotional functions	Profile of Mood State - Short Form (POMS-SF) General Health Questionnaire-12 item (GHQ-12)

	<p>SCAT2 - Post-Concussion Symptom Scale Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS) Medical Outcome Study Short Form (SF-36) Visual analogue scales (VAS) Patient-Reported Outcomes Measurement Information System (PROMIS) Beck Depression Inventory – Second Edition (BDI-II) Beck Depression Inventory for Youth - Second Edition (BYI-II) Centre for Epidemiological Studies-Depression (CES-D) Rosenberg Self-Esteem Scale (RSES) Physical Self-Description Questionnaire Perceived Stress Scale (PSS)</p>
Energy and drive functions	<p>Visual analogue scales (VAS) Profile of Mood State - Short Form (POMS-SF) The Fatigue Severity Scale (FSS) Medical Outcome Study Short Form (SF-36) Patient-Reported Outcomes Measurement Information System (PROMIS) Pediatric Quality of Life Multidimensional Fatigue Scale (PedsQL)</p>
Vestibular functions	<p>Balance Error Scoring System (BESS) Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency 2nd Edition (BOT-2) Activities-specific Balance Confidence Scale (ABC Scale) Clinical Test of Sensory Interaction on Balance (m-CTSIB) Sample Entropy (SampEn)</p>
Voluntary movement functions	<p>Physical Self-Description Questionnaire Finger-to-nose task Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency 2nd Edition (BOT-2) Ataxia Scale - Scaling of Cerebellar Symptoms</p>
Gait pattern functions	<p>Functional Gait Assessment test (FGA) Balance Error Scoring System (BESS)</p>
Mobility of joint functions	<p>Physical Self-Description Questionnaire</p>
Measures of Activities and Participation	
Mobility	<p>Functional Independence Measure (FIM) The Dizziness Handicap Inventory (DHI) High-Level Mobility Assessment Tool for traumatic brain injury (HiMAT).</p>
Participation to physical activity	<p>Medical Outcome Study Short Form (SF-36) Physical Self-Description Questionnaire Unnamed Questionnaire Actigraphs</p>

Return to activity, work or school, or sport	Unnamed Questionnaire
Interpersonal interactions and relationships	Patient-Reported Outcomes Measurement Information System (PROMIS) Medical Outcome Study Short Form (SF-36)
Environmental factors	
Support and relationships	State-Trait Anxiety Inventory (STAI) Social Support for Exercise Habits Scale
Personal Factors	
General health status	Medical Outcome Study Short Form (SF-36)
Health-related quality of life	Quality of Life After Brain Injury (QOLIBRI)
Other:	
Symptoms-related outcomes	Graded Symptom Checklist SCAT 2's Post-Concussion Scale SCAT 3's Post-Concussion Scale Post-Concussion Symptoms Checklist (PCSC) Post-Concussive Symptom Inventory Scale (PCSI) The Rivermead Post Concussion Symptoms Questionnaire (RPCQ) Post-Concussion Symptom Scale

4.2 Article 2 : Physical Activity Interventions in Rehabilitation Programs for Outpatients with Mild Traumatic Brain Injury

Christophe Alarie^{a, b, c}, Isabelle Gagnon^{d, e}; Sara Gagnon^a, David Gendron^a, Catherine Girard^a,
Xavier Maranda-Lévesque^a, Bonnie Swaine^{a, b, c}

^a École de réadaptation, Faculté de Médecine, Université de Montréal, Montréal, Québec, Canada.

^b Centre de recherche interdisciplinaire en réadaptation du Montréal métropolitain (CRIR), Montréal, Québec, Canada.

^c Institut universitaire sur la réadaptation en déficience physique de Montréal (IURDPM), Montréal, Québec, Canada.

^d School of Physical and Occupational Therapy, Faculty of Medicine, McGill University, Montréal, Québec, Canada.

^e Trauma Center and Pediatric Emergency Medicine, Montreal Children's Hospital, McGill University Health Center, Montréal, Québec, Canada.

Article accepté pour publication le 10 mai 2021 dans *Research Quarterly for Exercise and Sport* et publié en ligne en décembre 2021.

<http://doi.org/10.1080/02701367.2021.1927946>

4.2.1 Abstract

Introduction: There is limited scientific evidence about the optimal content and parameters of physical activity (PA) interventions for rehabilitation outpatients with persisting symptoms of a mild traumatic brain injury (mTBI). Clinicians have thus had to develop services based on their expertise, feasibility and patient needs.

Objectives: This study aimed to document PA interventions delivered in specialized programs of a Canadian province offering outpatient rehabilitation services for individuals with persisting symptoms of mTBI to inform clinical intervention development and future research.

Materials and methods: Cross-sectional study using an online survey containing 32 multiple choice and short open-ended questions to be answered by program administrators, with their clinical team's input. Content analysis and descriptive statistics were used.

Results: Data from 94 % of rehabilitation sites (n=17) revealed that PA interventions are delivered to children (n=4), adults (n=15) and older adults (n=5) with mTBI symptoms lasting ≥ 1 month to ≥ 1 year post injury. PA interventions aim to increase participation (n=14), improve body functions (n=9), manage persisting mTBI symptoms (n=5), and improve self-management skills (n=5) and knowledge (n=4). Interventions include individual (n=15) or group-based (n=12) format, home-programs (n=7), and teaching/education (n=6). Most PA interventions include aerobic and resistance exercises. PA dosage parameters vary greatly.

Conclusion: Clinical experts use multimodal interventions for rehabilitation program users that target improvement in body functions, participation and symptoms. Results can inform the development, enhancement and evaluation of PA interventions. Studies evaluating the effectiveness of these interventions for this clientele are warranted.

Keywords: Physical Activity, Cross-sectional Survey, Exercise Prescription, Public Health

4.2.2 Introduction

About 10% to 30% of individuals that sustained a mild traumatic brain injury (mTBI), or a concussion, are slow to recover from their injury (Makdissi et al., 2017). Some will experience mTBI symptoms for years after the injury, resulting in diminished quality of life (Fineblit et al., 2016; Voormolen et al., 2019) and reduced participation (Cooksley et al., 2018) defined by what an individual does in his or her environment and his or her involvement in important life situations such as going to work, school or participating in physical activities and sports (WHO, 2001). A multitude of factors such as pre-injury characteristics (i.e., age, sex, concussion history), injury severity, existing conditions (Iverson et al., 2017), or maladaptive behaviours could explain these ongoing symptoms (Iverson et al., 2017; Silverberg et al., 2017, 2018). To manage persisting symptoms, and improve function of these individuals, multidisciplinary or interdisciplinary rehabilitation combining different therapeutic approaches are recommended (McCrory et al., 2017; Ontario Neurotrauma Foundation [ONF], 2018; Department of Veteran Affairs & Department of Defense [VA/DoD], 2016).

Among these approaches, low to moderate sub-symptomatic progressive physical activity (PA) performed regularly is promising (Lal et al., 2018; Langevin et al., 2020). Existing interventions were mostly developed and studied for active children (Gagnon et al., 2009, 2016; Chrisman et al., 2019) and adults after sport-related concussions with symptoms lasting less than 3 months (Leddy et al., 2017). Fewer interventions exist for less active individuals with more chronic symptoms, leaving uncertainty about the appropriateness and effectiveness of existing PA interventions for this population (Kleffelgaard et al., 2019). Clinical practice guidelines (CPG) for the management of individuals of all ages with persisting symptoms provide general recommendations to include PA, but lack details about how interventions should be delivered, and do not provide important exercise dosage parameters (e.g., length of intervention, frequency, intensity, duration, mode) (Alarie et al., 2019). Without clearer recommendations, clinicians following CPGs may have to rely only on their training, knowledge and experience to deliver PA interventions that respond to their users' needs.

In the province of Quebec, Canada, the public healthcare system offers services for individuals of all ages having persisting mTBI symptoms. Services are offered in specialized TBI programs by expert clinicians from multiple disciplines (e.g., physiotherapist, occupational therapist, kinesiologist, psychologist and neuropsychologist, specialized educator). Program mandates are to improve body functions and foster participation of their users.

One such specialized TBI rehabilitation program in Montréal, with whom we partnered, offers services annually to \approx 100 adults aged between 18-65 years with persisting symptoms lasting from 3 months to 3 years post injury. Program users are often sedentary, have avoided practicing PAs because of their symptoms and thus become deconditioned. They can have comorbidities, chronic illnesses, or symptoms of mental health disorders. This program offers PA interventions including outdoor walking groups and individualized physical fitness training. Currently, 3 clinicians, 2 physiotherapists and a kinesiologist, are primarily responsible for the delivery of the PA intervention. In a quality assurance effort, our clinical partner's program recently prioritized optimizing their PA intervention and collaborated with our research team to help integrate therein the most recent evidence (Alarie et al., 2021). Part of our clinical-research collaboration involved learning about whether other specialized TBI rehabilitation teams elsewhere in the province were providing PA interventions, and if so, what types of interventions offered.

Therefore, this project aimed to consult all clinical teams in Quebec to document the characteristics, goals, activities, and resources of PA interventions delivered in specialized rehabilitation TBI programs for individuals with mTBI symptoms persisting beyond 1 month post injury. Results of this research have the potential to respond to a local need but also could have broad reaching implications for the development and enhancement of other similar programs globally.

4.2.3 Materials and Methods

This descriptive study followed a cross-sectional design using an online survey. We developed the survey following the CHERRIES checklist for survey reporting (Eysenbach, 2004). Ethical

approval for this study was waived by our local research center ethics committee because this study was on health services delivery. Still, informed consent was obtained at the beginning of the questionnaire; the responding health professionals could remain anonymous, and the returned surveys were stored on an encrypted server.

Supported by our clinical partner, the questionnaire was developed by the first author under the supervision of a senior scientist (BS). The survey questions were formulated from items in the Consensus on Exercise Reporting Template Checklist (CERT), a checklist created to improve the reporting of exercised-based interventions and familiar to our clinical partner (Slade et al., 2016). Questions based on program evaluation literature to describe the goals, activities delivered and program resources were also included, in addition to questions describing program users (e.g., time since injury, age). The questionnaire used adaptive questioning, and contained 32 multiple choice and short open-ended questions to be answered by TBI program administrators, with their clinical team's input. Specifically, depending on their responses to some questions and subsequent direction to sub-questions, respondents could answer a minimum of 20 questions or a maximum of a 32. Our clinical partner examined the questionnaire's content (i.e. pertinence of each question) and clarity. As a result, clearer instructions and more examples were integrated in the questionnaire to improve user experience and foster completeness. The questionnaire was piloted by another two clinical experts working outside of our clinical partner's program, and not targeted by the survey. Feedback and comments were integrated into the final version of the questionnaire (e.g., spelling errors, rewording).

Survey participants (including our clinical partner) were provincial specialized TBI rehabilitation programs delivering outpatient services to individuals of all ages (e.g., children, adults, older adults) with persisting symptoms of mTBI beyond 1 month post injury. The criteria of symptoms lasting more than 1 month was based on a definition in the literature indicating an individual is slow to recover when mTBI symptoms persist after 1 month post injury (McCrory et al., 2017). Currently 18 specialized TBI rehabilitation programs provide these services across the province. The catchment areas of some of the programs are large, such that multiple teams from the same program provide services from a number of sites within a geographic area.

The Quebec's Provincial Health and Social Services Ministry facilitated obtaining the e-mails of the directors of rehabilitation centers providing specialized TBI rehabilitation programs. In the Fall of 2018, each director received an email containing detailed instructions and a personal unique hyperlink to the questionnaire. A reminder email followed 2 weeks later. With the help of our clinical partner, a second wave of the survey was sent 6 months later, this time directly to managers of the TBI rehabilitation programs. As a non-monetary incentive, we offered to provide participants with the survey results.

A quantitative content analysis approach was used to analyze open-ended answers (Kondracki et al., 2002), where a categorization scheme derived from textual data was created by the first author. Once all open-ended questions categories were verified by a second analyst (NB), similar categories were merged to form mutually exclusive broader categories. All mutually exclusive categories were counter-verified during work sessions with a senior scientist (BS) experienced in content analysis to ensure construct validity (Kondracki et al., 2002). Subsequently, the frequency of every mutually exclusive category was calculated for each respondent. For example, respondents were asked to report on the goal(s) of their PA intervention (question 17). For each goal reported, a category was created: *Fostering return to prior PA, Return to work, Increase general physical capacity, Increase energy level, etc.* These categories were then merged into two mutually exclusive broader categories and the frequency of reporting was calculated: *Improve participation* (n=14) and *Improve body functions* (n=10). Descriptive statistics (e.g., frequency, mean and percentage) were used for quantitative data when appropriate. Our clinical partner did not participate in the content analysis. However, the researchers presented them the preliminary results and discussed how to enhance the clinical significance of the findings.

4.2.4 Results

Fifteen of the 18 specialized TBI programs offering outpatient services completed the online survey. One respondent was excluded because their program reported only offering services to individuals with symptoms lasting less than a month post injury. Two programs considered they

provided sufficiently different PA interventions across 2 sites to warrant each completing the survey. Thus, sixteen rehabilitation sites responded to the survey. All reported delivering at least one form of PA intervention. The characteristics of rehabilitation sites delivering PA interventions are provided in Table 1.

TABLE 1: Characteristics of responding rehabilitation sites delivering physical activity interventions (n=16)

Characteristics	Respondent (n/16)	Percentage (%)
User's age group		
Children (0-17)	4	25
Adult (18-64)	15	93.75
Older adult (65+)	5	31.25
Time after injury		
≤ 1 month	1	6.25
≥ 1 month – ≤ 3 months	4	25
≥ 3 month – ≤ 6 months	13	81.25
≥ 6 month – ≤ 1 year	11	68.75
≥ 1 year	7	43.75
Health professionals involved in PA intervention delivery		
Kinesiologist	11	68.75
Physiotherapist	7	43.75
Occupational therapist	3	18.75
Neuropsychologist	3	18.75
Clinical coordinator	2	12.5
Special educator / Psycho-educator	2	12.5
Physical educator	1	6.25
Medical doctor	1	6.25
Intervention delivered in interdisciplinarity		
Yes	7	43.75
No	9	56.25
Type of intervention		
Direct supervision	15	93.75
Counselling	15	93.75
Home-program	12	75
Provide informational documents	4	25
Use of protocol to guide PA interventions		
Yes	3	18.75
Not reported	13	81.25

Notes: PA = Physical Activity.

Most reported goals of the PA interventions were to increase participation (e.g., return to work/school, return to PA activities; n=14) and improvement in body functions (e.g., physical capacity, cardiorespiratory fitness, energy level; n=9). Improving self-management skills and/or self-efficacy (n=5), managing/reducing persisting post-concussion symptoms (n=5) and increasing knowledge about mTBI and the benefits of PA on health (n=4) were also reported (see Table 2). Less commonly reported were physical reactivation (n=3), improving brain and nervous system functions (n=2) and improving health-related quality of life (n=1). Activities were individual (n=15) and group-based (n=12) supervised interventions, home-programs (n=7), and involved teaching and education (n=6). Also, interventions could be performed in the community (n=2) and use real-life scenarios (n=3). The use of goal setting, and self-determination interventions (n=2), as well as mind-body approaches (e.g., yoga, relaxation, tai chi; n=2) were reported. A detailed list of material resources can be found in **Supplemental File I**.

TABLE 2: Description of physical activity interventions of responding rehabilitation sites (n=16), required resources, activities, and targeted goals

Program	Clinicians	Program users	Time since injury	Resources needed	Activities delivered	Goals of intervention
A	PT, Kin, Md	Adults Older adults	$\geq 3 - \geq 12$ mo	Exercise and sport equipment Measurement tools Technological tools Rehab center infrastructures Community environment	Individual and group-base exercise Home program	\uparrow Participation \uparrow Body functions Manage/reduce persisting sx
B	Kin	Adults	$\geq 6 - \leq 12$ mo	Exercise and sport equipment Measurement tools Technological tools	Mind-body approach Group-base exercise	\uparrow Participation \uparrow Body functions \uparrow Physical reactivation
C	PT	Children	$\geq 1 - \geq 12$ mo	Measurement tools Technological tools Teaching and education material	Individual and group-base exercise Home program	\uparrow Participation \uparrow Body functions Manage/reduce persisting sx \uparrow Sx self-management and/or self-efficacy \uparrow Brain and nervous system functions
D	Kin	Adults	$\geq 3 - \geq 12$ mo	Exercise and sport equipment Measurement tools Technological tools	Teaching and education Individual and group-base exercise	\uparrow Body functions Manage/Reduce persisting sx \uparrow Physical reactivation
E	Kin	Adults	$\geq 3 - \leq 6$ mo	Exercise and sport equipment Teaching and education material	Individual and group-base exercise	\uparrow Participation
F	Kin	Children Adults Older adults	$\geq 3 - \leq 6$ mo	Teaching and education material	Individual exercise Home program Real-life scenarios	\uparrow Body functions
G	PT, Kin	Adults	$\geq 1 - \geq 3$ mo	Exercise and sport equipment Measurement tools Community environment	Individual exercise Empowerment and self-determination strategies	\uparrow Participation \uparrow Body functions \uparrow Knowledge about mTBI/PA

H	PT, OT	Adults	$\geq 3 - \geq 12$ mo	Exercise and sport equipment Measurement tools Teaching and education material	Individual exercise Home program Teaching and education Real-life scenarios Empowerment and self-determination strategies	↑ Participation
I	Kin	Adults	$\geq 6 - \leq 12$ mo	Exercise and sport equipment Measurement tools Technological tools Rehab center infrastructure (gym) Teaching and education material	Individual and group-base exercise Home program Teaching and education Real-life scenarios Goal-setting Mind-body approach	↑ Participation ↑ Body functions ↑ Knowledge about mTBI/PA ↑ Brain and nervous system functions
J	PT, Kin, Clin Coord	Adults	$\geq 3 - \geq 12$ mo	Exercise and sport equipment Measurement tools Teaching and education material	Individual and group-base exercise Goal-setting	↑ Participation ↑ Body functions Manage/reduce persisting sx ↑ Sx self-management/self-efficacy
K	Kin	Adults	$\geq 3 - \geq 12$ mo	Exercise and sport equipment Measurement tools Technological tools Rehab center infrastructure (gym, adapted environment)	Group-base exercise	↑ Participation Manage/reduce persisting sx ↑ Knowledge about mTBI/PA ↑ Sx self-management/self-efficacy
L	Kin, Phys ed, Spec ed	Adults	$\geq 3 - \geq 12$ mo	Exercise and sport equipment Measurement tools Technological tools Community environment	Group-base exercise Teaching and education	↑ Participation ↑ Sx self-management/self-efficacy
M	PT, OT, NPsy	Children Adults Older adults	$\geq 3 - \leq 6$ mo	NR	Group-based exercise Community-based interventions	↑ Participation ↑ Knowledge about mTBI/PA
N	PT, OT, NPsy, Clin Coord, Psycho Ed	Children Adults Older adults	$\geq 1 - \geq 12$ mo	Exercise and sport equipment Measurement tools Technological tools	Individual and group-base exercise	↑ Participation ↑ Physical reactivation

				Rehab center infrastructure (pool) Community environment		
O	Kin	Adults Older adults	≥ 3 – ≤ 12 mo	Exercise and sport equipment Measurement tools Rehab center infrastructure (pool, gym)	Individual and group-base exercise Home program Community-based interventions	↑ Participation
P	NPsy	Adults	≤ 6 mo	Teaching and education material	Teaching and education	↑ Participation ↑ Body functions ↑ Health-related quality of life

Notes: PT = Physiotherapist, Kin = Kinesiologist, Md = Medical doctor, OT = Occupational therapist, Clin Coord = Clinical coordinator, Phys Ed = Physical educator, Spec Ed = Specialized educator, NPsy = Neuropsychologist, Psycho Ed = Psycho-educator; Children = Equal or less than 17 years old, Adults = 18-64 years old, Older adults = Equal or more than 65 years old; ≥ = Equal or greater than, ≤ = Equal or smaller than, mo = Month; Rehab = Rehabilitation, NR = Not reported; ↑ = Improvement in, Sx = Symptoms, mTBI = Mild traumatic brain injury, PA = Physical activity.

Clinical decision-making to determine users' readiness to initiate a PA intervention is based on clinical experience and on recommendations from the literature (n=9), on user's medical condition and functional capacities (n=9), on the presence of persisting symptoms (n=5), and on user's motivation, needs, interest and their ability to manage symptoms (n=3). A detailed description of exercise dosage parameters of PA interventions, adherence strategies and measurement tools are reported in Table 3. Respondents reported prescribing aerobic exercises (e.g., stationary bike, stairs, arm ergometer, walk, jogging, running, elliptical, rowing, swimming; n=13), resistance training (e.g., postural training, exercises with free weights, elastic bands, pulley, body weight, or swiss ball; n=13), circuit training (n=1), flexibility (n=5), therapeutic exercises (e.g., balance, agility, oculo-motor, coordination, or neuromotor exercise; n=4), sports and adapted sports (e.g., sports in gym and outdoors; n=4), and relaxation (n=2). Reported intervention length varied between 3-4 sessions to 10 weeks, and can last until the individual returns to full participation. Duration of PA sessions ranged from 10-120 minutes. Frequency of prescribed PA varied between 1-5 times per week. Intensity of the aerobic component appears to be based on graded exertion testing results, or on a submaximal sub-symptomatic low to moderate intensity without needing graded exertion testing. Intensity of resistance, flexibility and other modalities are based on the individual's capacities and needs. Progression is based on symptom response to PA, on users' exercise tolerance and physical capacities, their goals and their level of engagement, prior PA experience, and on job- and leisure-related demands. Intervention adherence is mostly recorded during in-person supervision (n=10), using a PA log (n=10) or is encouraged by strategies such as goal-setting (n=3), and by fostering self-efficacy (n=2). Terminating the intervention is based on the attainment of global rehabilitation goals (n=12), users' motivations, needs, interests and ability to manage symptoms (n=7) as well as on mTBI symptom status (n=3).

TABLE 3: Detailed description of exercise dosage parameters of physical activity interventions of rehabilitation sites (n=16) and adherence measurement strategies and tools

Program	Intervention length	Duration	Frequency	Intensity	Mode	Progression	Adherence strategies and tools
A	NR	10-60 min	3-5x/wk Ind: 1x/wk	Low to moderate, Sub-sx, Based on GXT (HR)	Aerobic Resistance Flexibility Therapeutic exercise (balance)	When PA is not exacerbating sx,	Verified during intervention Tool: PA log
B	1x 10 wk PA	45-90 min	Group: 2x/wk	Sub-sx, Based on GXT (HR)	Aerobic Resistance	NR	Verified during intervention Tool: PA log
C	Until return to full participation	60-90 min	Ind: 1x/wk	NR	Aerobic Resistance Therapeutic exercise (balance)	Based on user's exercise tolerance	Verified during intervention Tool: PA log
D	NR	45-60 min	Ind: 2-3x/wk	Sub-sx, Based on GXT (HR)	Aerobic Resistance	Slow and constant progression based on signs and sx	Verified during intervention Tool: PA log
E	NR	60 min	Group: 2x/wk	Low to moderate and personalized	Aerobic Resistance Adapted PA	Based on user's exercise tolerance	NR
F	NR	60-90 min	Group: 2x/wk	Low and sub-maximal	Aerobic Resistance Flexibility	Based on progression-adaptation and on sx	NR
G	3-4 sessions	15-60 min	Total: 2-4x/wk	Low to moderate	Aerobic Resistance Adapted safe PA	Based on user's prior PA experience Based on user's goals Based on user's level of engagement	Fostering self-efficacy

H	NR	60 min	Ind: 1x/wk	Sub-sx, Based on GXT (HR)	Aerobic Resistance	When sx reduces, Based on user's increased physical capacity	Verified during intervention Fostering self-efficacy Goal-setting Tool: PA log
I	10 wk	60-90 min Aerobic (20-30 min) Group: 90 min	Group: 2x/wk	NR	Aerobic Resistance Flexibility Therapeutic exercise (balance, neuro-motricity) Relaxation	NR	Verified during intervention Goal-setting Tool: PA log
J	NR	60-120 min	Total: 1-5x/wk	Individual's capacity	Aerobic Resistance Sports Relaxation	Based on user's goals	Verified during intervention Goal-setting Tool: PA log
K	NR	NR	NR	Sub-sx, Based on GXT (HR)	Aerobic Resistance Flexibility	NR	Verified during intervention Tool: PA log
L	NR	Group: 60-90 min Aerobic (20-30 min) Resistance (20 min) Neuro-motricity (20 min) Relaxation & Flexibility (20-30 min)	Group: 2x/wk	Sub-sx and Individual's capacity	Aerobic Resistance Flexibility Therapeutic exercise (neuro-motricity, vestibular, agility), Sports Relaxation	Based on sx tolerance to PA	Verified during intervention Tool: PA log
M	Ind: Until return-to-participation Group: 6 wk / 12 sessions	NR	Group: 1-2x/wk Ind: 2-3x/wk	Sub-maximal	NR	NR	NR

N	NR	60-90 min Aerobic (15-20 min)	Total: 3x/wk	NR	Aerobic Resistance Flexibility	NR	Verified during intervention Tool: PA log
O	≤ 1 mo 3 mo (occ)	30-60 min	Total: 1- 3x/wk	Sub-sx, based on prior work/leisure demand	Aerobic Resistance Sports & outdoor	When sx reduces, Based on prior work/leisure demand	NR
P	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR

Notes: NR = Not reported, wk = Week, PA = Physical activity, Ind = Individual, ≤ = Smaller or equal than, mo = Month, occ = Occasionally; min = Minute; sx = Symptom, GXT = Graded exertion testing, HR = Heart-rate; RPE = Rating of perceived effort.

4.2.5 Discussion

This study aimed to describe how clinical experts, in specialized TBI rehabilitation programs offering outpatient services within Quebec's provincial public healthcare system, deliver PA interventions to individuals with persisting mTBI symptoms. The main finding of this study is that specialized rehabilitation sites offer a wide range of PA interventions for individuals of all ages with persisting mTBI symptoms. Interventions are most often interdisciplinary and vary from counselling to supervised multimodal interventions aiming to improve body functions, participation, and mTBI symptom status. Despite their variability, they appear to be innovative approaches having important implications for the development and enhancement of our partner's PA intervention, as well as for other clinicians and researchers.

Five rehabilitation sites reported delivering services to older adults (65+ years) with persisting mTBI symptoms. To our knowledge, this is the first study to report PA interventions being delivered to this population. Although little is known about geriatric concussion and recovery in older adults, studies demonstrate that older age is associated with poorer symptom-related outcomes months after the injury (Carroll et al., 2004, King et al., 2014). As the population ages, clinical experts will increasingly need to deliver services to this growing population. These important findings support the feasibility of delivering PA interventions for this population. Further work is needed to understand the appropriateness and the effectiveness of PA interventions for this population, as well as the PA needs of older adults.

The goals of PA interventions vary from managing symptoms, improving knowledge, self-management skills, physical reactivation, brain structure, and health-related quality of life, to most commonly, improving body functions and participation. These therapeutic goals are in line with the ultimate goal of rehabilitation programs. However, compared with the amount of research documenting positive effects of PA specifically on post-concussion symptoms, there is sparse evidence about the effectiveness of PA on other rehabilitation goals. Indeed, only a handful of studies report effects of PA on brain structures and functions, on participation and on health-related quality of life (Alarie et al., 2021). Moreover, to our knowledge, no study on PA interventions reports improvement of PA level, knowledge, or self-management skills among

individuals with persisting mTBI symptoms. Despite the lack of evidence, expert clinicians seem to believe PA interventions can impact other important health-related outcomes. More knowledge about the effects of PA interventions on these intervention goals may help clinicians and researchers design more effective PA interventions.

Among the reported activities, group-based exercise stands out as being delivered in the majority of rehabilitation sites. This widespread use of group-based exercise contrasts with the existing literature about the limited use of group-based PA interventions for individuals with persisting mTBI symptoms (Gemmell et Leathem, 2006; Blake et Batson, 2009; Kleffelgaard et al., 2016). In a public healthcare system setting, group-based interventions may be appealing to services providers as a cost-effective approach, capable of reducing waitlists and yielding additional health-related benefits due to social interactions. However, research has yet to demonstrate that group-based exercise for individuals with mTBI is a cost-effective approach, improves accessibility, or psychosocial outcomes. Nevertheless, these results suggest that group-based interventions are feasible and accepted by individuals with mTBI, and would need further research.

Resistance training is delivered in the majority of rehabilitation sites, while there are only a few studies that report integrating some sort of resistance training (e.g., postural [Kleffelgaard et al., 2016], muscle strengthening [Adams et al., 2017]) into their PA interventions. Integrating resistance training in PA interventions for individuals with mTBI appears to be a promising avenue for improving health-related outcomes and provides clinical experts more management options. Indeed, individuals with persisting mTBI symptoms may be deconditioned due to prolonged physical inactivity and these individuals may need to improve their strength and endurance before re-integrating work or leisure activity. For similar reasons, Sullivan et al. (2018) suggested to trial a new PA intervention combining aerobic and resistance training for individuals with persisting mTBI symptoms (Sullivan et al., 2018). Results from this survey suggest resistance training may be an important and feasible modality for these individuals.

Although exercise dosage parameters varied greatly across sites, and were reported inconsistently, most programs report prescribing PA for at least 60 minutes at least 3 times a

week at low to moderate intensity without exacerbating mTBI symptoms (Table 2). In the majority of sites, progression is slow and constant, and based on user's improved exercise tolerance, or symptom status. Although PA progression and intensity are similar to what is being reported in the literature, the reported exercise dosage parameters in our study are distinct from what is typically investigated; PA duration is longer (≈ 60 minutes compared to ≈ 20 -30 minutes [Chrisman et al., 2019; Gagnon et al., 2009, 2016], and PA frequency is less than the commonly reported frequency of 5-7 times a week [Gagnon et al., 2009, 2016; Leddy et al., 2019]). The difference in duration may be attributed to the number of modalities (e.g., aerobic, resistance, flexibility) included in the PA interventions, and the difference in frequency may be explained by the feasibility of repeating 60-minute sessions on a weekly basis. These results suggest that clinical experts prescribe exercise that differs from the literature and that individuals with persisting symptoms are able to perform PAs for a longer duration than previously reported (e.g., Gagnon et al. [Gagnon et al., 2009, 2016], Leddy et al. [Leddy et al., 2019]).

The study findings underscore the importance and the feasibility of delivering multi-modal PA interventions to individuals with persisting mTBI symptoms in outpatient rehabilitation settings. Study results will help inform the development/enhancement of our clinical partner's new PA intervention, specifically designed to address the different needs of this population. For example, intervention modalities such as using graded exertion testing to prescribe aerobic exercise and objectively monitor intensity could be envisaged. Resistance training in individual or group formats could be a part of their PA intervention. Both modalities were frequently reported by survey respondents, suggesting their acceptance by clinicians and program users. Integrating new elements in the existing PA intervention does not come without difficulties. Indeed, despite a growing body of evidence suggesting the effectiveness of sub-maximal progressive aerobic exercise to reduce symptoms and foster participation (Chrisman et al., 2019; Gagnon et al., 2009, 2016; Kleffelgaard et al., 2019; Lal et al., 2018; Langevin et al., 2020; Leddy et al., 2019, Alarie et al., 2021), most reported modalities and intervention techniques have not yet been evaluated for an adult population with prolonged symptoms of mTBI and thus will need to be formally investigated.

4.2.5.1 Study Limitations and Future Directions

The results of this study are subject to a social desirability bias as respondents may have been tempted to answer what was considered desirable, creating a potential discrepancy between what was reported and actual practice. We do not believe this potential bias was stronger for our clinical partner. In fact, we are very familiar with the components of their PA intervention, so this program's report could be more accurate and reflect actual practice. By asking neutral questions, allowing clinicians to remain anonymous, and asking to describe in detail their PA intervention, we believe this research has a high degree of internal validity. Also, this study reports on a sample of different rehabilitation sites in Quebec and may not represent clinical interventions provided in rehabilitation sites outside the province. Moreover, this study did not aim to address the factors influencing clinicians' exercise prescription or program users' preferences and needs. Knowing these factors could help inform clinicians' actual decision-making process in the management of individuals with mTBI symptoms.

4.2.6 Conclusion

This is the first systematic effort to document the details about PA interventions in rehabilitation settings for individuals with persisting mTBI symptoms. Almost all rehabilitation sites surveyed reported delivering PA interventions in interdisciplinary outpatient settings for individuals of all ages with persisting mTBI symptoms. Clinical experts developed interventions targeting improvement in body functions, self-management skills, and participation, in addition to symptom management. To attain these goals, they integrated innovative modalities into their PA interventions such as resistance training, and education about health and mTBI, in addition to often being delivered in a group. These results should help clinicians and researchers enhance existing interventions aiming to improve health-related outcomes in adults with persisting mTBI symptoms. Future research should investigate the effectiveness of such PA interventions.

4.2.7 Reference

- Adams, J., et Moore, B. (2017). Return to meaningful activities after a multi-modal rehabilitation programme among individuals who experience persistent dizziness and debility longer than 9 months after sustaining a concussion: A case series. *Physiotherapy Canada*, 69(3), 249-259. <https://doi.org/10.3138/ptc.2015-81ep>
- Alarie, C., Gagnon, I., Quilico, E., Teel, E. et Swaine, B. (2021). Physical activity interventions for individuals with a mild traumatic brain injury: A scoping review. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 36(3), 205-223. <https://doi.org/10.1097/htr.0000000000000639>
- Alarie, C., Gagnon, I. J., Quilico, E. et Swaine, B. (2019). Characteristics and outcomes of physical activity interventions for individuals with mild traumatic brain injury: A scoping review protocol. *BMJ Open*, 9(6), e027240. <https://10.1136/bmjopen-2018-027240>
- Blake, H. et Batson, M. (2009). Exercise intervention in brain injury: A pilot randomized study of Tai Chi Qigong. *Clinical Rehabilitation*, 23(7), 589-598. <https://doi.org/10.1177/0269215508101736>
- Carroll, L. J., Cassidy, J. D., Cancelliere, C., Côté, P., Hincapié, C. A., Kristman, V. L., Holm, L. W., Borg, J., Nygren-de Boussard, C. et Hartvigsen, J. (2014). Systematic review of the prognosis after mild traumatic brain injury in adults: cognitive, psychiatric, and mortality outcomes: Results of the international collaboration on mild traumatic brain injury prognosis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 95(3, Supplement), S152-S173. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2013.08.300>
- Chrisman, S. P. D., Whitlock, K. B., Mendoza, J. A., Burton, M. S., Somers, E., Hsu, A., Fay, L., Palermo, T. M. et Rivara, F. P. (2019). Pilot randomized controlled trial of an exercise program requiring minimal in-person visits for youth with persistent sport-related concussion. *Frontiers in Neurology*, 10, 623. <http://dx.doi.org/10.3389/fneur.2019.00623>
- Cooksley, R., Maguire, E., Lannin, N. A., Unsworth, C. A., Farquhar, M., Galea, C., Mitra, B. et Schmidt, J. (2018). Persistent symptoms and activity changes three months after

- mild traumatic brain injury. *Australian Occupational Therapy Journal*, 65(3), 168-175.
<https://doi.org/10.1111/1440-1630.12457>
- Department of Defense & Department of Veteran Affairs [VA/DoD]. (2016). *VA/DoD clinical practice guideline for management of concussion/mild traumatic brain injury*.
<https://www.healthquality.va.gov/guidelines/Rehab/mtbi/mTBICPGFullCPG50821816.pdf>
- Eysenbach, G. (2004). Improving the quality of web surveys: the checklist for reporting results of internet e-surveys (CHERRIES). *Journal of Medical Internet Research*, 6(3), e34.
<https://doi.org/10.2196/jmir.6.3.e34>
- Fineblit, S., Selci, E., Loewen, H., Ellis, M. et Russell, K. (2016). Health-related quality of life after pediatric mild traumatic brain injury/concussion: A systematic review. *Journal of Neurotrauma*, 33(17), 1561-1568. <https://doi.org/10.1089/neu.2015.4292>
- Gagnon, I., Galli, C., Friedman, D., Grilli, L. et Iverson, G. L. (2009). Active rehabilitation for children who are slow to recover following sport-related concussion. *Brain Injury*, 23(12), 956-964. <https://doi.org/10.3109/02699050903373477>
- Gagnon, I., Grilli, L., Friedman, D. et Iverson, G. L. (2016). A pilot study of active rehabilitation for adolescents who are slow to recover from sport-related concussion. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 26(3), 299-306.
<https://doi.org/10.1111/sms.12441>
- Gemmell, C. et Leathem, J. M. (2006). A study investigating the effects of Tai Chi Chuan: Individuals with traumatic brain injury compared to controls. *Brain Injury*, 20(2), 151-156. <https://doi.org/10.1080/02699050500442998>
- Iverson, G. L., Gardner, A. J., Terry, D. P., Ponsford, J. L., Sills, A. K., Broshek, D. K. et Solomon, G. S. (2017). Predictors of clinical recovery from concussion: A systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 51(12), 941-948.
<https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-097729>
- King, N. S. (2014). A systematic review of age and gender factors in prolonged post-concussion symptoms after mild head injury. *Brain Injury*, 28(13-14), 1639-1645.
<https://doi.org/10.3109/02699052.2014.954271>

- Kleffelgaard, I., Soberg, H. L., Bruusgaard, K. A., Tamber, A. L. et Langhammer, B. (2016). Vestibular rehabilitation after traumatic brain injury: Case series. *Physical Therapy*, 96(6), 839-849. <https://doi.org/10.2522/ptj.20150095>
- Kleffelgaard, I., Soberg, H. L., Tamber, A.-L., Bruusgaard, K. A., Pripp, A. H., Sandhaug, M. et Langhammer, B. (2019). The effects of vestibular rehabilitation on dizziness and balance problems in patients after traumatic brain injury: A randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 33(1), 74-84. <https://doi.org/10.1177/0269215518791274>
- Kondracki, N. L., Wellman, N. S. et Amundson, D. R. (2002). Content analysis: Review of methods and their applications in nutrition education. *Journal of Nutrition Education Behavior*, 34(4), 224-230. [https://doi.org/10.1016/s1499-4046\(06\)60097-3](https://doi.org/10.1016/s1499-4046(06)60097-3)
- Lal, A., Kolakowsky-Hayner, S. A., Ghajar, J. et Balamane, M. (2018). The effect of physical exercise after a concussion: A systematic review and meta-analysis. *The American Journal of Sports Medicine*, 46(3), 743-752. <http://doi.org/10.1177/0363546517706137>
- Langevin, P., Frémont, P., Fait, P., Dubé, M.-O., Bertrand-Charette, M. et Roy, J.-S. (2020). Aerobic exercise for sport-related concussion: A systematic review and meta-analysis. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 52(12), 2491-2499. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000002402>
- Leddy, J. J., Haider, M. N., Ellis, M. J., Mannix, R., Darling, S. R., Freitas, M. S., Suffoletto, H. N., Leiter, J., Cordingley, D. M. et Willer, B. (2019). Early subthreshold aerobic exercise for sport-related concussion: a randomized clinical trial. *JAMA Pediatrics*, 173(4), 319-325. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2018.4397>
- Makdissi, M., Schneider, K. J., Feddermann-Demont, N., Guskiewicz, K. M., Hinds, S., Leddy, J. J., McCrea, M., Turner, M. et Johnston, K. M. (2017). Approach to investigation and treatment of persistent symptoms following sport-related concussion: A systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 51(12), 958. <http://doi.org/10.1136/bjsports-2016-097470>
- McCrory, P., Meeuwisse, W., Dvorak, J., Aubry, M., Bailes, J., Broglio, S., Cantu, R. C., Cassidy, D., Echemendia, R. J., Castellani, R. J., Davis, G. A., Ellenbogen, R., Emery, C., Engebretsen, L., Feddermann-Demont, N., Giza, C. C., Guskiewicz, K. M., Herring, S., Iverson, G. L.,... Vos, P. E. (2017). Consensus statement on concussion in

- sport— The 5th international conference on concussion in sport held in Berlin, October 2016. *British Journal of Sports Medicine*, 51(11), 838-847.
<http://doi.org/10.1136/bjsports-2017-097699>
- Ontario Neurotrauma Foundation (ONF). (2018). *Guideline for concussion/mild traumatic brain injury & persistent symptoms, 3rd edition, for adults over 18 years of age*.
<http://braininjuryguidelines.org/concussion/index.php?id=1>
- World Health Organization (WHO). (2001). *International classification of functioning, disability and health: ICF*. World Health Organization.
<https://www.who.int/classifications/international-classification-of-functioning-disability-and-health#:~:text=The%20International%20Classification%20of%20Functioning%2C%20Disability%20and%20Health%2C,ICF%20also%20includes%20a%20list%20of%20environmental%20factors.>
- Silverberg, N. D., Iverson, G. L. et Panenka, W. (2017). Cogniphobia in mild traumatic brain injury. *Journal of Neurotrauma*, 34(13), 2141-2146.
<https://doi.org/10.1089/neu.2016.4719>
- Silverberg, N. D., Panenka, W. J. et Iverson, G. L. (2018). Fear avoidance and clinical outcomes from mild traumatic brain injury. *Journal of Neurotrauma*, 35(16), 1864-1873. <https://doi.org/10.1089/neu.2018.5662>
- Slade, S. C., Dionne, C. E., Underwood, M. et Buchbinder, R. (2016). Consensus on exercise reporting template (CERT): explanation and elaboration statement. *British Journal of Sports Medicine*, 50(23), 1228-1437). <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096651>
- Sullivan, K. A., Hills, A. P. et Iverson, G. L. (2018). Graded combined aerobic resistance exercise (CARE) to prevent or treat the persistent post-concussion syndrome. *Current Neurology and Neuroscience Reports*, 18(11), 75. <http://doi.org/10.1007/s11910-018-0884-9>
- Voormolen, D. C., Polinder, S., Von Steinbuechel, N., Vos, P. E., Cnossen, M. C. et Haagsma, J. A. (2019). The association between post-concussion symptoms and health-related quality of life in patients with mild traumatic brain injury. *Injury*, 50(5), 1068-1074.
<https://doi.org/10.1016/j.injury.2018.12.002>

Supplemental File I: Detailed list of material resources needed

Categories	Material
Exercise and sport equipment	Strength and conditioning equipment (e.g., pulley, free weights, elastic bands, balls, jump rope, abdominal wheel, mats, cones, chronometer) Stationary cardiovascular equipment (e.g., stationary bike, treadmill, elliptical, rowing machine, Jacob’s ladder) Sports and outdoor equipment (e.g., bike, helmet, racket, basketball, badminton, golf clubs, boccia equipment) Pool equipment (e.g., underwater treadmill) Relaxation equipment
Measurement tools	Self-reported measures: Tampa Kinesiophobia Scale, KINAP, Pain Catastrophizing Scale, Pain Disability Index, Borg perceived exertion rating Scale Fitness-related measurement tools: Flexometer, Scale, Dynamometer, Heart-rate monitor, pedometer Health-related measurement tools: Blood pressure monitor, sphygmomanometer, saturometer, glucometer, MPAI Post-concussion assessment tools: SCAT-5, signs and symptoms questionnaires, visual analogue scale (symptoms)
Technological tools	Web sites: <i>Youtube, Physiotec, Hexfit</i> Application: <i>Sworkit, Passion4professions, Respirelax, Petitbambou, Ma cohérence cardiaque</i> Software: <i>Polar, Kubios</i> Videogame console: <i>Wii</i> Computers and Ipad
Rehabilitation center infrastructure	Gymnasium, pool Closed room for consultation, evaluation and relaxation
Teaching and education material	Skeleton, white board and visual support Informative document (hand-out), Exercise program
Community environment	User’s home Outdoors (e.g., parks, running tracks)

4.3 Article 3 : SWOT analysis of a physical activity intervention delivered to outpatient adults with a mild traumatic brain injury

Christophe Alarie^{a, b, c}, Isabelle Gagnon^{d, e}; Lily Trang Thao Huynh^a, Karine Doucet^a, Adèle Pichette-Auray^a, Cassandre Hinse-Joly^a, Bonnie Swaine^{a, b, c}

^a École de réadaptation, Faculté de Médecine, Université de Montréal, Montréal, Québec, Canada.

^b Centre de recherche interdisciplinaire en réadaptation du Montréal métropolitain (CRIR), Montréal, Québec, Canada.

^c Institut universitaire sur la réadaptation en déficience physique de Montréal (IURDPM), Montréal, Québec, Canada.

^d School of Physical and Occupational Therapy, Faculty of Medicine, McGill University, Montréal, Québec, Canada.

^e Trauma Center and Pediatric Emergency Medicine, Montreal Children's Hospital, McGill University Health Center, Montréal, Québec, Canada.

Article soumis pour publication le 19 avril 2022 dans le journal *Inquiry : The journal of Health Care Organization, Provision, and Financing*

4.3.1 Abstract

Introduction: Physical activity interventions have been shown to be an effective to improve symptoms and reduce recovery time after a mild traumatic brain injury (mTBI). Considering this new evidence, service providers from an interdisciplinary mTBI outpatient rehabilitation program recognized the need to ensure their physical activity intervention integrated evidence-based treatment components, while considering user needs and preferences. The service providers felt it necessary to learn about the perceptions of key stakeholders, regarding the quality of their intervention before modifying it. The study objective was to explore the perceptions of managers, clinicians, and users with persisting symptoms of a mTBI involved in the outpatient specialized program regarding the strengths, weaknesses, opportunities, and threats (SWOT) of the physical activity intervention.

Material and methods: Using a SWOT analysis framework, this qualitative study explored the perspectives of a purposive sample (n=14) composed of three managerial staff, six clinicians and five program users with a mTBI.

Results: Fifty categories were generated resulting in 15 strengths, 17 weaknesses, 12 opportunities and 6 threats grouped into 8 overarching categories: physical activity intervention, health-related outcomes, clinical expertise, knowledge translation, communication, user engagement, resources, accessibility. Category descriptions, convergent and divergent perspectives, and salient quotes of participants are provided.

Conclusions: This study successfully identified perceived strengths, many weaknesses, several opportunities, and a few threats. Participants were generally positive about the intervention but identified weaknesses including the need for service providers to better describe the physical activity intervention using theoretically driven approaches. Convergent and divergent perspectives of service providers and program users with a mTBI helped identify areas to maintain and others to improve upon when the program develops their new intervention. Key recommendations are provided for rehabilitation programs seeking to implement physical activity interventions for adults with a mTBI.

Keywords

Physical Activity, Exercise, Mild Traumatic Brain Injury, mTBI, Concussion, Rehabilitation, SWOT analysis.

4.3.2 Introduction

Mild traumatic brain injury (mTBI) in adults may lead to persisting symptoms and become a disabling injury for months and even years (Cassidy et al., 2014). Slow to recover individuals of a mTBI may have reduced body functions (e.g., cognitive limitation, exercise intolerance, emotional or sleep-wake disturbances), activity limitations (e.g., ability to walk or run), participation restrictions (e.g., work absenteeism, difficulty assuming social roles) and a reduced quality of life (Kozlowski et al., 2013; Ouellet et al., 2015; Fineblit et al., 2016; Cooksley et al., 2018; Voormolen et al., 2019). Interdisciplinary management of mTBI may help reduce persisting symptoms and foster participation (McCrory et al., 2017; Ontario Neurotrauma Foundation [ONF], 2018).

Physical activity (PA) interventions have been shown to be an effective therapeutic approach to improve symptoms and reduce recovery time post mTBI (Lal et al., 2018; Langevin et al., 2020). Some PA interventions are based solely on progressive sub-maximal aerobic exercise, while others are more complex and include multiple modalities such as oculovestibular, coordination, or visualization exercise in addition to aerobic exercise (Gagnon et al., 2016; Kleffelgaard et al., 2019; Leddy et al., 2019; Alarie et al., 2021). Although the optimal exercise parameters (e.g., length of intervention, frequency, intensity, duration, type of exercise and progression) to guide exercise prescription remain unknown (Howell et al., 2019; Alarie et al., 2021), PA interventions are increasingly being recommended as part of the management of adults with persisting symptoms of mTBI (McCrory et al., 2017; ONF, 2018; Department of Veterans Affairs & Department of Defense [VA/DoD], 2016).

Specialized rehabilitation programs provide services to individuals with a mTBI on an inpatient and outpatient basis within the public healthcare system of Quebec, Canada. Rehabilitation programs are interdisciplinary, and typically, inpatient programs are offered only to persons with complex mTBI (i.e., positive CT scan or polytrauma) (Institut National d'Excellence en Santé et en Services Sociaux [INESSS], 2021) and focus on improving body functions whilst outpatient programs aim to improve social reintegration. Although we do not know whether inpatient programs address persisting symptoms, a recent study with 16 clinical TBI programs

treating individuals with mTBI on an outpatient basis reported only a third of them offer PA interventions to reduce persisting symptoms of a mTBI (Alarie et al., 2021). Service providers of one particular outpatient TBI program with which our team of researchers has been collaborating was interested in reorganizing/restructuring their services before their program relocated across town. The service providers involved in the outpatient TBI program wished to evaluate the quality of certain aspects of their services, and in particular their PA intervention considering the growing evidence about the effectiveness of PA to reduce persistent mTBI symptoms and facilitate recovery following a mTBI (Lal et al., 2018; Langevin et al., 2020).

Knowledge about a specific organizational context in which a change would occur is key to inform planning and executing change (Batalden et Davidoff, 2007). Evidence about PA interventions designed for adults with a mTBI in a hospital setting are limited (Chin et al., 2015; Kleffelgaard et al., 2016, 2019; Adams et al., 2017) and no study reports on effective PA intervention embedded in an interdisciplinary *outpatient* setting. Also, there was no approach or intervention in the literature that the service providers felt they could adapt and integrate into their program that would meet the specific needs of their adult clientele with a mTBI. To inform quality improvement efforts intended for the near future, and changes about the inner workings of the intervention (e.g., specific exercise prescription parameters, format of delivery, goals of the intervention), the team of researchers and service providers felt it necessary to learn about what worked and what did not regarding their current PA intervention.

Therefore, the aim of this study was to document stakeholders' perceptions about the quality of an existing PA intervention and of the changes needed to improve it. Results of this study will provide insights into the inner workings of an interdisciplinary outpatient PA intervention and considerations for quality improvements efforts for similar programs around the world that wish to adopt new PA approaches.

4.3.3 Material and methods

This study used a descriptive qualitative study design because the research team wanted to investigate the PA intervention currently provided to adults with persisting symptoms of a mTBI

users of the specialized outpatient TBI program, in its natural state, without any attempt to manipulate or interfere with service delivery to generate a comprehensive summary of the PA intervention as perceived and lived by individuals involved (Beuving et De Vries, 2015; Colorafi et Evans, 2016). The research question underpinning this study was: *What are the perceptions of managers, clinicians and users about their outpatient rehabilitation PA intervention designed for individuals with a mTBI?* While planning and conducting the study, we used an integrated knowledge translation approach, an iterative and reflexive approach encouraging knowledge users (i.e., service providers) to be involved in production of new and tailored knowledge (Bowen et Graham, 2013). In parallel, we worked with the clinical team to document their current PA intervention, which up to now had never been formally documented.

Participants and Sampling

Participants were service providers and program users with a mTBI recruited using purposive sampling to ensure information-rich cases (Martinson et al., 2015). The service providers (n=9) were involved directly or indirectly in the delivery of the PA intervention at the time of the study and included the program manager, two clinical coordinators, and six clinicians (e.g., occupational therapist, social worker, physiotherapist, kinesiologist). The program manager agreed to provide a short list of users with a mTBI that completed the PA intervention in the last 2 years prior to the study hoping not to overwhelm too many users with requests to participate in research. A research coordinator internal to the institution initially contacted potential participants to determine their interest in participating, and then, the first author contacted interested users to schedule an interview. Only one list of twelve adult users with a mTBI was provided by the program manager. They were all contacted and five agreed to participate, a rate of participation typical for this rehabilitation center. We found that the combination of the recruitment challenges, the specificity of the sample and the quality of the dialogue with the adult users with a mTBI allows for a lower number of participants without reducing the “power” of the information gathered (Malterud et al., 2016).

Setting

The TBI interdisciplinary rehabilitation program team provides specialized services annually to more than 100 adults with TBI including \approx 70 individuals with mTBI living in Montréal, Québec

and the surrounding area. It is comprised of a program manager, clinical coordinators, physiotherapists, occupational and speech therapists, kinesiologists, neuropsychologists and special educators. To be eligible for the rehabilitation program, users with mTBI must present with symptoms significantly impacting their participation for at least 3 months. They often have symptoms persisting for more than a year after the injury. A PA intervention is provided for persons with persisting symptoms of a mTBI in an individual manner or in small groups primarily by physiotherapists and kinesiologists. The PA intervention aim to engage users with a mTBI in supervised low-to-moderate intensity PA by beginning with proprioception, balance, and mobility exercises. They can also perform outdoor walks or low intensity water-based PA (since the facility had pool access) and progressing to more complex exercises requiring bigger muscle groups and integrating visuo-ocular components, when needed. The prescription of the type of PA selected, the amount and the quantity of exercises and how they are progressed are individualized to each program user with a mTBI based on the therapist judgment. Therapists report providing feedback and encouragement to promote pleasure and self-efficacy related to PA.

Procedure

To gather an important quantity of information and explore in-depth everyone's perspective, we used semi-structured interviews (Camden et al., 2009). Interview guides were developed around the SWOT analysis framework (strength [S], weakness [W], opportunity [O] and threat [T]) since it can help inform planning small and large reorganization of health services (Camden et al., 2009; van Wijngaarden et al., 2012). Perceptions about the strengths and weaknesses represent internal factors and attributes of the organization, whereas the opportunities and threats represent external factors and attributes of the environment (Gürel et Tat, 2017). Two interview guides were developed, one for service providers and a second one, slightly modified for users with a mTBI. Guides contained one core question for each SWOT category, and associated sub-questions were used for further probing. For example, "In your opinion, what are the strengths of the PA intervention currently delivered in the specialized TBI program? (Probe about strengths regarding the type of training, frequency of supervised sessions with clinicians, motivation, etc.)". To better tailor the interview guide toward service providers' needs, both guides were verified/enhanced for clarity by the program manager. Interviews were conducted

by the first author (CA), a doctoral student and undergraduate students (CHJ, KD, APA, LTTH) supervised by a senior scientist (BS), all external to the outpatient rehabilitation program. The first author had 5 years of clinical experience in private practice and undergraduate students had less than a year of clinical experience. All these people used reflexivity through group discussions with the senior scientist (BS) to help them increase their awareness of their own subjectivity (e.g., values, opinions, experiences) (Dodgson, 2019).

Before performing the semi-structured interviews, the first author familiarized himself with the clinical environment of the TBI program by performing several on-site observations, attending interdisciplinary meetings, and shadowing a kinesiologist while delivering aspects of the PA intervention. Observations were written as field notes and kept in a journal. Informed consent and basic demographic information (age, self-reported gender, age, years of experience, mechanism of injury, time since injury) were obtained from participants. Interviews were conducted in person in French or English at the rehabilitation centre or in a private and comfortable environment for some users (i.e., university office). Interviews lasted less than one hour and were recorded and transcribed verbatim. To ensure the quality of how interviews were conducted, and of participants' responses, the senior scientist (BS) listened to the recorded interviews of the first two service providers and of the first program user with a mTBI and she provided feedback to the interviewers. Minor adjustments were made to the interview guides (e.g., more associated questions).

Analysis

Data from all interviews were analyzed using a semi-deductive qualitative content analysis approach using Microsoft Word software (Vaismoradi et al., 2013). The analysts (CA, CHJ, KD, APA, LTTH) familiarized themselves with the data by conducting multiple readings of the interview transcripts and discussed preliminary thoughts during group discussions. Relevant passages in the transcripts of both service providers and users with a mTBI were coded using a 4-level coding notation based on SWOT categories. For example, if a user reported having trouble communicating with a service provider, the code *Weakness_Communication* was attributed. Each transcript was coded independently, and a second coder verified the coding correctness. Any suggested changes were resolved through group discussion under supervision

of BS. When all verbatim were coded, related codes were aggregated and organized in mutually exclusive categories. Using this approach, 50 categories were generated resulting in 15 strengths, 17 weaknesses, 12 opportunities and 6 threats combining the perceptions of both service providers and users with a mTBI. Further inspection of these categories revealed that perceptions of service providers and adult users with a mTBI could be further grouped into 8 broader categories (see results section). To further enhance trustworthiness, debriefing sessions with co-authors and senior researchers (BS, IG) were held throughout the analysis to improve interpretations and content of the codes, categories, and over-arching categories (Miles et al., 2014). An audit trail was built over the duration of the study including interview guide development information, process notes about methodology and trustworthiness, reflexive notes, raw data and products of analysis and synthesis. Given the small sample size and our desire to preserve anonymity, we did not specify who provided the quote when reporting citations (Saunders et al., 2015).

4.3.4 Results

One program manager, two clinical coordinators, six clinicians and five adult users with a mTBI were interviewed (n=14). Table 1 summarizes the demographic characteristics of the program users with a mTBI. Regarding the service providers, two recently joined the TBI program over the last year, four had been working in the program for between 2 and 8 years, while the manager and the coordinators each had over 10 years of experience with the program.

Table 1: Demographic information of program users with a mTBI (n=5)

Participant	Gender (M/W)	Age (years)	Mechanism of injury	Time since injury (months)
1	W	33	MVC	28
2	W	51	MVC	24
3	W	40	Fall	30
4	M	62	Fall	27
5	W	51	Fall	13

Notes: M=Man Gender, W=Woman Gender; MVC = Motor Vehicle Collision.

Table 2 summarises the eight overarching categories from the SWOT analysis: 1. *PA intervention*; 2. *Health-related outcomes*; 3. *Clinical expertise*; 4. *Knowledge translation*; 5. *Communication*, 6. *Users' engagement*; 7. *Resources*; 8. *Accessibility*. Details and salient quotes supporting each category are presented narratively below.

TABLE 2: Overarching categories emerging from strengths, weaknesses, opportunities and threats perceived by service providers and users of the TBI specialized program (n=14)

Overarching category	Description of overarching category and categories of perceptions	SWOT	Service providers (n=9)	Users (n=5)
PA intervention	The PA intervention is accessible, individualized, and includes diverse activities such as home programming and group-based activity, but needs more structure, specificity and clear goals to enhance service quality			
	- PA intervention goals and exercise sessions are individualized and adaptable to an individual’s symptom status	S	✓	✓
	- Group information sessions about resuming PA with mTBI and group-based adapted PA such as dance therapy and adapted collective sports offered in the rehabilitation center, provide socialisation opportunities and foster interactions between users	S	✓	✓
	- Home programming is appreciated by users and allows them to stay active at home	S	✓	✓
	- Access to clinicians responsible for PA intervention is easy and offers global management of mTBI	S	✓	
	- PA session format and flexible scheduling are adequate	S		✓
	- PA intervention is not structured and is lacking home follow-ups	W	✓	
	- Clinical experts’ schedules are limited, negatively impacting users	W	✓	
	- PA intervention is general and is not adapted to user’s capacity and needs	W		✓
	- PA intervention goals and the exercise prescribed are complex, unclear and not understood by users	W		✓
- PA intervention may be stopped before reaching rehabilitation goals	W		✓	
- Stopping PA intervention can create bereavement feelings for users	W		✓	

	- There are delays for users to obtain interdisciplinary treatments	W		✓
	- Adding new activities such as relaxation, yoga and swimming could complement and improve the PA intervention	O	✓	✓
	- Provide more opportunities for direct or indirect monitoring such as maintaining access to sports facilities during user transition periods upon arrival, during and at the end of the program	O	✓	✓
	- Offer more group and individual exercise sessions before, during and after interdisciplinary interventions	O	✓	✓
	- Transfer users at the end of the PA intervention to community organizations specializing in adapted PA	O	✓	
	- All users should have access to kinesiology and the PA intervention	O		✓
Health-related outcomes	PA intervention improves users' function and participation			
	- PA intervention allows users to surpass themselves, to improve health-related outcomes such as self-confidence and mood, in addition to facilitating return to normal daily activities	S	✓	✓
	- Users having participated in group intervention sessions created a peer-led support group which frequently met outside of the program	S		✓
Clinical expertise	Clinicians' interpersonal and professional competence help deliver adapted PA intervention and humanist care			
	- Clinicians' expertise allows offering specific PA interventions adapted to users' needs and capacities	S	✓	✓
	- Clinicians' interpersonal competences such as listening, being energetic, and empathetic contribute to providing humanist care and foster good relationships	S	✓	✓
	- Staff turnover may create situations where clinicians responsible for the PA intervention have less experience to provide evidence-based treatment	W		✓

	- Some clinicians are not motivating and lack empathy about persisting symptoms	W		✓
	- The beliefs, physical and intellectual limitations, occupations, and symptoms of users can interfere with the performance of the PA intervention	T	✓	✓
Knowledge translation	Knowledge translation about PA for individual with a mTBI enhances services quality			
	- Lack of time for professional development and program quality improvement efforts	W	✓	
	- Developing processes to transfer evidence-based knowledge to clinicians would enrich their knowledge and improve PA intervention delivery	O	✓	
	- Collaborating with researchers and clinicians specialized in oculovestibular therapy outside of the program could enhance PA intervention quality	O	✓	
	- Sharing TBI specialized expertise in PA with physicians and other rehabilitation centers locally	O	✓	
	- Lack of knowledge about health-related effects of mTBI and its management by external organizations (e.g., insurance companies, physicians) reduces referrals to program and access to PA intervention	T	✓	✓
Communication	Communication between clinicians and users ensures interdisciplinarity services and contributes to communicating a single vision about PA to users			
	- Clinicians work in interdisciplinary teams allowing them to elaborate common treatment goals and communicate a single vision about PA	S	✓	✓
	- Clinicians' offices are strategically situated to facilitate interprofessional communication and PA intervention	S	✓	
	- Clinicians have access to various tools fostering interprofessional communication	S	✓	

	- Administrative agent offers critical support to clinicians for coordinating services	S	✓	
	- Overlaps in professional roles of clinicians responsible of PA intervention generate disagreements	W	✓	
	- Clinicians lack communication among themselves which provides users conflicting messages about PA	W		✓
Users' engagement	Engaging program users with a mTBI in decision-making and responsibility sharing may improve PA participation			
	- Users could receive more information about possible risks of group-based adapted PA and consent to participate	O	✓	✓
	- Creating a contract with users before admission to the program could consolidate their commitment to the PA intervention	O	✓	
	- Mandatory participation in an information group when users are admitted to the program could ensure all users receive the same information about PA before starting treatments	O	✓	
	- Possibility of creating a peer-led support group that is not supervised by a clinician	O		✓
Resources	Adequate human, financial and material resources ensure PA delivery			
	- Infrastructures such as the pool, the exercise room and the adapted break room, allow clinicians to offer varied, adapted and adequate PA interventions to users	S	✓	✓
	- Exercise room is not adapted to deliver safe and efficient PA intervention	W	✓	✓
	- Access to the swimming pool is limited, decreasing treatment options for clinicians	W	✓	✓
	- Lack of personnel impairs PA intervention delivery to users	W	✓	✓
	- Some exercise equipment needs maintenance or replacement, limiting PA interventions	W		✓

	- User's home equipment may not be adequate to perform at-home prescribed exercise	W		✓
	- Job insecurity, lack of human resources and staff turnover can undermine the expertise of the program and affect PA intervention delivery	T	✓	✓
	- Budget restriction can affect the PA intervention delivery	T	✓	
	- Gymnasium, some equipment and spaces useful for PA intervention will be lost after the relocation	T	✓	
Accessibility	Users have access to a well-located rehabilitation center allowing community-based PA and real-life scenario interventions			
	- Rehabilitation center's geographical location increases accessibility, and it is well situated to provide community-based PA, and real-life scenario interventions	S	✓	
	- Upcoming relocation of the specialized program generates uncertainty about accessibility to PA intervention	T	✓	✓

Notes: PA = Physical Activity; mTBI = Mild Traumatic Brain Injury; SWOT= Strength, Weakness, Opportunity, and Threat; S = Strength, W = Weakness, O = Opportunity, T = Threat; ✓ = Yes.

PA Intervention

The PA intervention at the time of the study was found to be accessible, individualized, and to include diverse activities such as home programming and group-based PA. To begin with, the PA intervention format (i.e., individual and group-based interventions, home-programing) and the PA intervention's flexible schedule were considered strengths by both service providers and users. Service providers felt positive about the adequateness of the PA goals given to the users and the patient-oriented approach focusing on resolving individual symptoms. Moreover, group-based interventions and home programs were considered important components by service providers and users. However, both groups identified several weaknesses such as needing more structure, specificity and clearer PA goals to enhance service quality. For instance, one service provider thought the PA intervention was less structured and "systematic" and more "random" in comparison to other interventions delivered within the specialized rehabilitation program. Similarly, some users felt the PA intervention was too general, lacked clarity with regard to targeted goals in PA and a clear exercise prescription. Interestingly, the endpoint of the intervention did not seem to be clear for users, with some users reporting that the PA intervention could be stopped before attaining rehabilitation goals. One user even reported having felt bereaved when stopping the PA intervention. Both service providers and users recognized there were opportunities to add new exercise modalities, to provide more individual or group-based direct and indirect monitoring and to improve transitioning of users into community-based organizations offering adapted PA. No threats were reported within this category.

Health-related Outcomes

The PA intervention was perceived to improve users' function and foster their return to normal activities. This overall positive impact on health-related outcomes was perceived as a strength by both groups. Indeed, they reported the PA intervention provides multiple benefits for users, such as improving their energy, mood, self-confidence, and facilitating their return to normal activities. One user reported having improved self-confidence due to the PA intervention and the close supervision of the therapist: "The fact that, specifically, I didn't have much trust in my balance, my therapist came with me outside to bicycle. This really helped me because it gave me back my confidence that I was able to do it [biking]". Users reported social benefits of the

PA intervention group format in creating relationships and bonds outside of the program. Users reported creating a small peer-led support group meeting every other week outside of the program where they could share their experiences without the fear of being judged and where they did not need to justify themselves about their incapacities. No weakness, opportunity or threat was reported.

Clinical Expertise

Clinical experts' knowledge and interpersonal skills (e.g., listening, being energetic, being empathetic) were perceived to help promote the delivery of the PA intervention in a caring manner. Indeed, both users and service providers thought the combination of these qualities fostered good relationships and promoted the delivery of specific PA interventions adapted to users' needs. However, when these qualities were perceived to be less present, due to a lack of expertise or experience because of staff turnover, clinical expertise was reported as a weakness of the PA intervention. For instance, users expressed the lack of empathy about the persisting symptoms of fatigue, while another user expressed the lack of ability of a clinician to motivate them. Interestingly, some characteristics of the users such as their beliefs, physical and intellectual limitations, occupations, or symptoms are considered threats to the PA intervention by both service providers and users. For example, users may have concomitant injuries, post-traumatic stress disorders or kinesiophobia needing particular attention: "Sometimes, it depends on their injury. If they have a musculoskeletal injury, it may limit [the intervention]. So, we have this to consider. Or, also, if they have post-traumatic stress disorder sometimes or kinesiophobia. This can alter [the intervention], in the sense that some are afraid of movement...". The clinicians would then have to work around users' characteristics to offer an adapted PA intervention considered less beneficial than if the intervention was not adapted. No opportunities were reported.

Knowledge Translation

Translating knowledge about PA for individuals with a mTBI was believed to have an impact on service quality and accessibility to the program. Indeed, service providers felt their rehabilitation center had challenges translating evidence-based knowledge about PA for individuals with a mTBI *within* their rehabilitation program and difficulty promoting their

clinical expertise *outside* the rehabilitation center. Moreover, they considered the lack of time for professional development or quality improvement efforts as a weakness that hindered PA intervention delivery. For instance, one service provider reported that “It is hard to free all clinicians' schedule for one afternoon and think (together) about how to organise this component [PA intervention] of the program. It's the users that are not being seen during this time”. Service providers felt they should develop strategies to more efficiently translate evidence-based knowledge to clinicians to enrich their clinical expertise and improve PA intervention delivery. Similarly, fostering collaboration with researchers within the institution and/or with specialized service providers outside of the program could enhance knowledge-sharing capacity and ultimately improve the quality of the PA intervention and accessibility to the program. Another perceived opportunity included sharing the program's expertise about PA and mTBI with physicians outside of the program and other local rehabilitation centres to enhance program referral. There was also a shared perception about the lack of knowledge among external organizations (e.g., insurance companies, physicians) about the health-related effects of mTBI and the specialized management required to treat mTBI. This lack of knowledge was thought to be responsible for low numbers of referrals to the program and therefore reduced access to the PA intervention. No strengths were reported for this category.

Communication

Service providers reported working in interdisciplinarity to elaborate common treatment goals and to communicate a common message about PA to users. Communication between service providers in this manner was generally perceived as a strength by service providers and some users. Service providers also reported their physical work environment (i.e., offices located near each other) and technological communication tools fostered good formal and informal communication. Despite the overall perception of good communication between the service providers, two main communication issues (weaknesses) were reported. First, the overlap of professional roles of service providers from different disciplines (e.g., physiotherapy and kinesiology) created tension between colleagues and disagreements. Second, contrary to the perception of the team's capacity to elaborate and communicate a clear message about PA to their users, conflicting messages communicated to users was mentioned. One user reported being frustrated by a miscommunication about the termination of his PA intervention when he

thought he was continuing the services: “I think it is terrible! And then they told me: “*Well, she planned to end the [PA] intervention with you.*” Well... she hasn’t told me that, she even said that we would probably try to do some biking outside soon”. No opportunities or threats were reported.

Users’ Engagement

Service providers and users reported wanting to improve user’s engagement in the PA intervention. Both groups saw several opportunities to improve responsibility sharing and shared decision-making as means to improve users’ engagement. For example, service providers suggested that all users should receive general information about PA for individuals with a mTBI using a small group format to ensure everyone receives the same information before starting the PA intervention. Furthermore, one service provider suggested creating a detailed contract with each user to foster adherence to the PA intervention. Finally, both service providers and users thought users should receive more information about the “risks” associated with being involved in group-based PA performed at the rehabilitation center (e.g., falls, body collisions, head impacts). One user suggested written informed consent could be obtained from users to demonstrate their understanding and commitment to this PA intervention modality. No strength, weakness or threats was reported.

Resources

Service providers and users reported that adequate human, financial and material resources are crucial to support the PA intervention delivery. Both groups reported that the infrastructure, including the swimming pool, the exercise room and its equipment, and the adapted break room for relaxation, was a great strength of the program. It allows service providers to offer varied, adapted, and appropriate interventions. However, service providers and users shared several weaknesses about available resources. To begin, some service providers and users indicated that treatment options were limited because of restricted access to the swimming pool. One user reported feeling at risk of an injury by using inadequate exercise equipment: “There is one stationary bike that I was using at the beginning that had an electrical resistance, then at one point, it stopped working. I was pedalling without any resistance. So, it puts you at risk for an injury”. In the same line of thought, users reported not having adequate equipment at home to

perform prescribed exercises, which may hinder their adherence to the PA intervention. Service providers and users shared the perception that staff turnover, reduced staff and lack of job stability were threats to the PA intervention. A service provider felt the intervention was vulnerable to staff changes: “Each time we change personnel, each time we are losing expertise. So that is a threat for the physical activity services particularly”. Budget restrictions were also perceived as a threat by service providers directly involved in the PA intervention: “Yeah... If there is less budget, well it’s possible that they cut (days of work) in certain professions such as mine or kinesiology (...)”. The upcoming relocation of the specialized program was perceived as a threat to the PA intervention because of potential loss of access to adapted gymnasiums, equipment and spaces all used to support the PA intervention. No opportunities were reported.

Accessibility

Service providers and users both highlighted the importance of having access to a well-located and easily accessible rehabilitation centre. The geographical location of the rehabilitation center at the time of the study was considered a strength as it allows community-based PA and real-life scenario interventions. For example, one service provider reported the ease of delivering PA intervention outside in parks around the rehabilitation center. However, the relocation of the TBI program to a different rehabilitation hospital in another part of the city was perceived as threatening the accessibility to the TBI program and consequently, to the PA intervention. Service providers were uncertain/worried about the ease of user access to the new location (e.g., less available parking, reduced public transportation, further from the current location’s catchment area) and the available environment for their PA intervention (e.g., swimming pool, parks). Users also reported being worried the relocation would negatively impact the accessibility of program services. One user reported believing the relocation might force some current or future users to be less adherent to treatments or to abandon them: “Well, there will be more and more people that will just abandon, or they won’t go to their treatments”. No weakness or opportunities were reported.

4.3.5 Discussion

This is the first study to report on the perceptions of key stakeholders about an interdisciplinary outpatient PA intervention for adults with a mTBI delivered within a specialized TBI rehabilitation program. Many strengths and weaknesses, several opportunities and few threats were identified, suggesting a positive context for change and quality improvement efforts locally and globally.

There were convergent opinions about the general appreciation of some intervention characteristics (e.g., accessible, individualized, group-based), divergent opinions were also reported about aspects of the PA intervention (e.g., adequateness of the intervention, clarity of goals, exercise prescription, home program feasibility, miscommunication between clinical experts). Service providers and users both shared their perspective about factors external and internal to the rehabilitation program (e.g., accessibility, resources, knowledge translation), and factors related to the individuals and their relationships (e.g., user engagement, clinical expertise, communication) as structured by the Consolidated Framework for Implementation Research (CFIR) (Damschroder et al., 2009). This finding contributes to the field of implementation sciences and quality improvement, suggesting that a PA intervention embedded within an interdisciplinary outpatient program represents more than the exercise prescription parameters themselves.

This study supports the use of SWOT analysis as a promising tool to uncover the perceptions of key stakeholders for quality improvement. During a relatively short interview with each stakeholder, we were able to understand perceptions about the PA intervention. The results of the study also support involving users in SWOT analysis; most studies reporting SWOT results in healthcare only include the perspective of providers (Camden et al., 2009; van Wijngaarden et al., 2012) or patient associations (e.g., user *needs*), not specifically program users (e.g., user *experiences*) (Van Durme et al., 2014). Involving stakeholders such as service providers and users of services is a key approach to improve meaningfulness and understandability of the results (Concannon et al., 2018; Domecq et al., 2014).

Interestingly, important characteristics about the current PA intervention were not clearly understood by service providers and users. Specifically, it appears the therapeutic goals of the PA intervention and the exercise parameters are individualized and adapted to user-specific needs, which may explain the perceived “random” and “variable” nature of the goals and exercise prescription. Moreover, clinical managers and researchers identified at the outset of this project that the PA intervention was not formally documented, and exercise prescription parameters were not defined. This most probably contributed to this perception, since without clear goals and a replicable intervention, users may not receive an adequate PA intervention.

Despite lack of clarity about what was being delivered to users, the PA intervention is thought to improve some health-related outcomes. These perceived benefits align with literature supporting the effectiveness of PA on mood and return to normal activities and add to an emerging literature supporting improvement of self-esteem following mild TBI (Gemmel et al., 2006; Yost et Taylor, 2013; Kleffelgaard et al., 2016, 2019; Adams et Moore, 2017; Lawrence et al., 2018; Leddy et al., 2020). Remarkably, neither service providers nor users reported the PA intervention as a means to reduce persisting symptoms of a mTBI although recent systematic reviews and meta-analyses indicate that PA, and more precisely cardiovascular exercise, is effective in reducing persisting symptoms of a mTBI and hastens return to normal activity (Langevin et al., 2020). There are multiple ways of interpreting these results. It is plausible service providers have different beliefs, are unaware, or are not comfortable with this new evidence-based approach for this population, or they may have distinct rehabilitation goals other than reducing persisting symptoms. Knowledge translation challenges identified by this study could explain this.

An unexpected outcome of the PA intervention identified in this study was the creation of a peer-led support group by users participating in group-based PA activities. This may demonstrate the positive impacts of group dynamics, but more importantly, further highlight the social needs of adults with persistent symptoms of mTBI to socialize and share experiences among peers (Bannon et al., 2020). Literature about the potential benefits of peer-led support groups for individuals with mTBI is scant, however, there is growing evidence about how peer-led programs may provide multiple social benefits and improve health-related outcomes among

individuals with moderate and severe TBI, stroke and spinal cord injury (Sweet et al., 2018; Barclay et al., 2019; Hughes et al., 2020). Service providers may want to explore including a peer-support aspect in their PA intervention.

An important upcoming challenge reported by service providers is maintaining the access of the PA intervention after their relocation to a rehabilitation hospital beyond the current catchment area. Users included in this study feared the move could lead users to abandon their interventions. Indeed, the geographical location within reasonable proximity of a health service is a well-known barrier to healthcare access and may lead to a diverse set of negative consequences (e.g., physical, psychological, social, and economic consequences) if individuals have reduced access (Neri et Kroll, 2009). However, the location of a health service is not the only dimension of access to health services. In addition to accessibility, the availability, acceptability, affordability, the adequacy, and awareness are all dimension of access (Saurman et al., 2015). The service providers may explore solutions to maintain or enhance the access of their PA intervention in the upcoming quality improvement efforts. For example, as users reported appreciating the home-based PA component of the PA intervention, service providers could potentially improve accessibility, adequacy and acceptability by offering enhanced home programs or adjunct telerehabilitation services to increase or maintain adherence. This suggestion is relevant considering the current COVID-19 pandemic.

4.3.5.1 Recommendations

This study was conducted to better understand an existing PA intervention to guide future quality improvement efforts. Indeed, implementation of change often fails because of barriers at multiple levels within a health organization (e.g., patient level, provider team level, organizational or policy level) (Damschroder et al., 2009). Understanding of the inner workings and outer setting of a health organization helps identify potential barriers, can guide selection of effective interventions and ultimately, improve strategical planning of quality improvements. This study helped identify areas of the current PA intervention to maintain and others that could be improved upon and provides a strong rationale for the use of implementation framework (e.g., CFIR) to structure change and quality improvement efforts for outpatient programs seeking to

enhance PA. Involving both service providers and users with a mTBI during the upcoming quality improvement efforts is recommended to improve their knowledge and skills and to increase the relevance of the changes and foster their implementation (Concannon et al., 2018; Domecq et al., 2014; Joss et al., 2016).

Three main recommendations stem from the study. First, to enhance and evaluate their current services, there is a need to further describe the underlying intervention theory of the existing PA intervention, its processes, and its goals (Champagne et al., 2011). To help describe the PA intervention and plan quality improvement efforts, service providers should build a logic model, a visual representation of the relationships between resources, process, and outcomes of a health intervention (Champagne et al., 2011). Mobilizing enough time and resources to generate a logic model of the PA intervention may be challenging for a clinical program that reports time constraints for knowledge translation and quality improvement efforts. However, besides ensuring a standardized and replicable intervention for all users, service providers would then be able to compare their PA intervention to most the recent evidence and thus make appropriate choices about evidenced-based approaches to implement.

Second, to improve the knowledge translation capacity of the specialized program, identifying solutions to overcome this barrier, such as embedding quality improvement activities in normal clinical workflow (Batalden et Davidoff, 2007) or obtaining funding to support partial release of clinical work of key clinical experts, could be envisaged. Moreover, involving professionals with research and communication skills such as knowledge brokers and/or consolidating research and quality improvement activities with researchers could help improve service quality and promote evidence-based practice (Batalden et Davidoff, 2007; Gaid et al., 2021). Considering existing challenges about implementation of evidence-base practice in healthcare (Damschroder et al., 2009), we believe this is relevant to similar programs seeking to improve their clinical services.

Third, although we were originally pleased by how service providers openly shared their perspectives about the current PA intervention, we believe it is also important to assess the program's organizational readiness for change. Indeed, identifying areas of improvement with

a SWOT analysis may orient improvements efforts, but a willingness to participate in an interview does not mean that stakeholders are ready to change their practices. A standardized questionnaire such as the *Organizational Readiness for Knowledge Translation Questionnaire* could be grafted to a SWOT analysis to better inform improvement efforts (Gagnon et al., 201).

4.3.5.2 Study Limitations

The results of this study may have limited transferability to other TBI rehabilitation programs as they are based on the perspectives about a local program and intervention. However, to our knowledge few PA interventions for persons with persisting symptoms have been described. As such, the results could assist other outpatient rehabilitation programs to consider using frameworks (e.g., SWOT analysis, CFIR, logic modelling) to structure enhancement or adoption of PA interventions for adults with persisting symptoms of a mTBI. Saturation may not have been attained because of the limited number of study participants. Also, a social desirability bias is possible; both users and service providers may have presented a more favourable picture of the PA intervention. However, the presence of conflicting and somewhat negative perceptions of the PA intervention indicates at least some of the participants shared their critical opinions about the PA intervention, thus supporting limited social desirability bias.

4.3.6 Conclusions

This study successfully used a SWOT analysis to identify strengths, weaknesses, opportunities and threats related to the quality of a PA intervention within a specialized TBI rehabilitation program and thus provides key insights about components of the PA intervention to maintain or to build upon during upcoming quality improvement efforts. The results of this study can help inform PA intervention enhancement or adoption by other specialized outpatient programs seeking to implement new effective PA approaches for individuals with a mTBI.

4.3.7 References

- Adams, J., et Moore, B. (2017). Return to meaningful activities after a multi-modal rehabilitation programme among individuals who experience persistent dizziness and debility longer than 9 months after sustaining a concussion: A case series. *Physiotherapy Canada*, 69(3), 249-259. <https://doi.org/10.3138/ptc.2015-81ep>
- Alarie, C., Gagnon, I., Gagnon, S., Gendron, D., Girard, C., Maranda-Lévesque, X., Swaine, B. (2021). Physical activity interventions in rehabilitation programs for outpatients with mild traumatic brain injury. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 14, 1-10. <http://10.1080/02701367.2021.1927946>
- Alarie, C., Gagnon, I., Quilico, E., Teel, E. et Swaine, B. (2021). Physical activity interventions for individuals with a mild traumatic brain injury: A scoping review. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 36(3), 205-223. <https://doi.org/10.1097/htr.0000000000000639>
- Bannon, S. M., Greenberg, J., Goldson, J., O’Leary, D. et Vranceanu, A.-M. (2020). A social blow: the role of interpersonal relationships in mild traumatic brain injury (mTBI). *Psychosomatics*, (61), 518-526. <https://doi.org/10.1016/j.psym.2020.04.003>
- Barclay, L. et Hilton, G. M. (2019). A scoping review of peer-led interventions following spinal cord injury. *Spinal Cord*, 57(8), 626-635. <https://doi.org/10.1038/s41393-019-0297-x>
- Batalden, P.B., Davidoff, F. (2007). What is “quality improvement” and how can it transform healthcare? *Quality and Safety in Health Care*, 16(1), 2-3. <http://doi.org/10.1136/qshc.2006.022046>.
- Beuving, J. et De Vries, G. (2015). *Doing qualitative research: the craft of naturalistic inquiry* Amsterdam University Press.
- Bowen, S. J. et Graham, I. D. (2013). From knowledge translation to engaged scholarship: promoting research relevance and utilization. *Archives of Physical Medicine Rehabilitation*, 94(1, Supplement), S3-S8. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2012.04.037>
- Brousselle, A., Champagne, F., Contandriopoulos, A.-P. et Hartz, Z. (2011). *L'évaluation: concepts et méthodes: Deuxième édition*. Les Presses de l'Université de Montréal.

- Camden, C., Swaine, B., Tétreault, S. et Bergeron, S. (2009). SWOT analysis of a pediatric rehabilitation programme: A participatory evaluation fostering quality improvement. *Disability and Rehabilitation*, 31(16), 1373-1381.
<https://doi.org/10.1080/09638280802532696>
- Cassidy, J. D., Cancelliere, C., Carroll, L. J., Côté, P., Hincapié, C. A., Holm, L. W., Hartvigsen, J., Donovan, J., Nygren-de Boussard, C., Kristman, V. L. et Borg, J. (2014). Systematic review of self-reported prognosis in adults after mild traumatic brain injury: Results of the international collaboration on mild traumatic brain injury prognosis. *Archives of Physical Medicine Rehabilitation*, 95(3, Suppl), S132-151.
<https://doi.org/10.1016/j.apmr.2013.08.299>
- Chin, L. M., Chan, L., Woolstenhulme, J. G., Christensen, E. J., Shenouda, C. N. et Keyser, R. E. (2015). Improved cardiorespiratory fitness with aerobic exercise training in individuals with traumatic brain injury. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 30(6), 382. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2014.11.009>
- Colorafi, K. J., Evans, D. (2016). Qualitative descriptive methods in health science research. *Journal of Health Environments Research*, 9(4), 16-25. <http://doi.org/10.1177/1937586715614171>
- Concannon, T. W., Grant, S., Welch, V., Petkovic, J., Selby, J., Crowe, S., Synnot, A., Greer-Smith, R., Mayo-Wilson, E., Tambor, E., Tugwell, P. et for the Multi Stakeholder Engagement, C. (2019). Practical Guidance for Involving Stakeholders in Health Research. *Journal of General Internal Medicine*, 34(3), 458-463.
<https://doi.org/10.1007/s11606-018-4738-6>
- Cooksley, R., Maguire, E., Lannin, N. A., Unsworth, C. A., Farquhar, M., Galea, C., Mitra, B. et Schmidt, J. (2018). Persistent symptoms and activity changes three months after mild traumatic brain injury. *Australian Occupational Therapy Journal*, 65(3), 168-175.
<https://doi.org/10.1111/1440-1630.12457>
- Damschroder, L. J., Aron, D. C., Keith, R. E., Kirsh, S. R., Alexander, J. A. et Lowery, J. C. (2009). Fostering implementation of health services research findings into practice: a consolidated framework for advancing implementation science. *Implementation Science*, 4(1), 50. <http://doi.org/10.1186/1748-5908-4-50>

- Department of Defense & Department of Veteran Affairs [VA/DoD]. (2016). *VA/DoD clinical practice guideline for management of concussion/mild traumatic brain injury*. <https://www.healthquality.va.gov/guidelines/Rehab/mtbi/mTBICPGFullCPG50821816.pdf>
- Dodgson, E. J. (2019). Reflexivity in qualitative research. *Journal of Human Lactation*, 35(2), 220-222. [http:// 10.1177/0890334419830990](http://10.1177/0890334419830990)
- Domecq, J. P., Prutsky, G., Elraiyah, T., Wang, Z., Nabhan, M., Shippee, N., Brito, J. P., Boehmer, K., Hasan, R., Firwana, B., Erwin, P., Eton, D., Sloan, J., Montori, V., Asi, N., Abu Dabrh, A. M. et Murad, M. H. (2014). Patient engagement in research: a systematic review. *BMC health services research*, 14(1), 89. <https://doi.org/10.1186/1472-6963-14-89>
- Fineblit, S., Selci, E., Loewen, H., Ellis, M. et Russell, K. (2016). Health-related quality of life after pediatric mild traumatic brain injury/concussion: A systematic review. *Journal of Neurotrauma*, 33(17), 1561-1568. <https://doi.org/10.1089/neu.2015.4292>
- Gagnon, I., Grilli, L., Friedman, D. et Iverson, G. L. (2016). A pilot study of active rehabilitation for adolescents who are slow to recover from sport-related concussion. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 26(3), 299-306. <https://doi.org/10.1111/sms.12441>
- Gagnon, M.-P., Attieh, R., Dunn, S., Grandes, G., Bully, P., Estabrooks, C. A., Légaré, F., Roch, G. et Ouimet, M. (2018). Development and content validation of a transcultural instrument to assess organizational readiness for knowledge translation in healthcare organizations: The OR4KT. *International Journal of Health Policy and Management*, 7(9), 791-797. <https://doi.org/10.15171/ijhpm.2018.17>
- Gaid, D., Ahmed, S., Alhasani, R., Thomas, A. et Bussi eres, A. (2021). Determinants that influence knowledge brokers' and opinion leaders' role to close knowledge practice gaps in rehabilitation: A realist review. *Journal of Evaluation in Clinical Practice*, 27(4), 836-846. [http:// 10.1111/jep.13482](http://10.1111/jep.13482)
- Gemmell, C. et Leathem, J. M. (2006). A study investigating the effects of Tai Chi Chuan: Individuals with traumatic brain injury compared to controls. *Brain Injury*, 20(2), 151-156. <https://doi.org/10.1080/02699050500442998>

- Gürel, E. et Tat, M. (2017). Swot analysis: a theoretical review. *Journal of International Social Research*, 10(51), 994-1006. <https://doi.org/10.17719/jisr.2017.1832>
- Howell, D. R., Taylor, J. A., Tan, C. O., Orr, R. et Meehan, W. P. (2019). The role of aerobic exercise in reducing persistent sport-related concussion symptoms. *Medicine and Science in Sports & Exercise*, 51(4), 647-652. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000001829>
- Hughes, R., Fleming, P. et Henshall, L. (2020). Peer support groups after acquired brain injury: a systematic review. *Brain Injury*, 34(7), 847-856. <https://doi.org/10.1080/02699052.2020.1762002>
- Institut national d'excellence en santé et en services sociaux (INESSS) (2021). *Évaluation et gestion du risque de complications neurologiques graves à la suite d'un traumatisme craniocérébral léger* (publication n° 978 -2-550 -89094 -2. Direction de l'évaluation et de la pertinence des modes d'intervention en santé. <https://www.inesss.qc.ca/publications/repertoire-des-publications/publication/evaluation-et-gestion-du-risque-de-complications-neurologiques-graves-a-la-suite-dun-traumatisme-cranio-cerebral-leger.html>
- Joss, N., Cooklin, A. et Oldenburg, B. (2016). A scoping review of end user involvement in disability research. *Disability and Health Journal*, 9(2), 189-196. [/https://doi.org/10.1016/j.dhjo.2015.10.001](https://doi.org/10.1016/j.dhjo.2015.10.001)
- Kleffelgaard, I., Soberg, H. L., Bruusgaard, K. A., Tamber, A. L. et Langhammer, B. (2016). Vestibular rehabilitation after traumatic brain injury: Case series. *Physical Therapy*, 96(6), 839-849. <https://doi.org/10.2522/ptj.20150095>
- Kleffelgaard, I., Soberg, H. L., Tamber, A.-L., Bruusgaard, K. A., Pripp, A. H., Sandhaug, M. et Langhammer, B. (2019). The effects of vestibular rehabilitation on dizziness and balance problems in patients after traumatic brain injury: A randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 33(1), 74-84. <https://doi.org/10.1177/0269215518791274>
- Kozlowski, K. F., Graham, J., Leddy, J. J., Devinney-Boymel, L. et Willer, B. S. (2013). Exercise intolerance in individuals with postconcussion syndrome. *Journal of Athletic Training*, 48(5), 627-635. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-48.5.02>
- Lal, A., Kolakowsky-Hayner, S. A., Ghajar, J. et Balamane, M. (2018). The effect of physical exercise after a concussion: A systematic review and meta-analysis. *The American*

- Journal of Sports Medicine*, 46(3), 743-752. <http://doi.org/10.1177/0363546517706137>
- Langevin, P., Frémont, P., Fait, P., Dubé, M.-O., Bertrand-Charette, M. et Roy, J.-S. (2020). Aerobic exercise for sport-related concussion: A systematic review and meta-analysis. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 52(12), 2491-2499. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000002402>
- Lawrence, D. W., Richards, D., Comper, P. et Hutchison, M. G. (2018). Earlier time to aerobic exercise is associated with faster recovery following acute sport concussion. *PloS One*, 13(4), e0196062. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0196062>
- Leddy, J. J., Haider, M. N., Ellis, M. J., Mannix, R., Darling, S. R., Freitas, M. S., Suffoletto, H. N., Leiter, J., Cordingley, D. M. et Willer, B. (2019). Early subthreshold aerobic exercise for sport-related concussion: a randomized clinical trial. *JAMA Pediatrics*, 173(4), 319-325. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2018.4397>
- Leddy, J. J., Kozlowski, K., Donnelly, J. P., Pendergast, D. R., Epstein, L. H. et Willer, B. (2010). A preliminary study of subsymptom threshold exercise training for refractory post-concussion syndrome. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 20(1), 21-27. <https://doi.org/10.1097/JSM.0b013e3181c6c22c>
- Malterud, K., Siersma, V. D., Guassora, A. D. (2015). Sample Size in Qualitative Interview Studies: Guided by Information Power. *Qualitative Health Research*, 26(13), 1753-1760.
- Martinson, K. et O'Brien, C. (2015). Conducting case studies. Dans K.E. Newcomer, H.P. Hatry et J.S. Wholey, *Handbook of practical program evaluation*, (4e éd., p. 177-196). Jossey-Bass
- McCrory, P., Meeuwisse, W., Dvorak, J., Aubry, M., Bailes, J., Broglio, S., Cantu, R. C., Cassidy, D., Echemendia, R. J., Castellani, R. J., Davis, G. A., Ellenbogen, R., Emery, C., Engebretsen, L., Feddermann-Demont, N., Giza, C. C., Guskiewicz, K. M., Herring, S., Iverson, G. L.,... Vos, P. E. (2017). Consensus statement on concussion in sport— The 5th international conference on concussion in sport held in Berlin, October 2016. *British Journal of Sports Medicine*, 51(11), 838-847. <http://doi.org/10.1136/bjsports-2017-097699>

- Miles, M. B., Huberman, A. M. et Saldaña, J. (2014). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook*. (3e éd.) Sage publications.
- Neri, M. T. et Kroll, T. (2009). Understanding the consequences of access barriers to health care: experiences of adults with disabilities. *Disability and Rehabilitation*, 25(2), 85-96. <https://doi.org/10.1080/0963828021000007941>
- Ontario Neurotrauma Foundation (ONF). (2018). *Guideline for concussion/mild traumatic brain injury & persistent symptoms, 3rd edition, for adults over 18 years of age*. <http://braininjuryguidelines.org/concussion/index.php?id=1>
- Ouellet, M.-C., Beaulieu-Bonneau, S. et Morin, C. M. (2015). Sleep-wake disturbances after traumatic brain injury. *The Lancet Neurology*, 14(7), 746-757. [https://doi.org/10.1016/s1474-4422\(15\)00068-x](https://doi.org/10.1016/s1474-4422(15)00068-x)
- Saunders, B., Kitzinger, J. et Kitzinger, C. (2015). Anonymising interview data: challenges and compromise in practice. *Qualitative research*, 15(5), 616-632. <https://doi.org/10.1177/1468794114550439>
- Saurman, E. (2015). Improving access: modifying Penchansky and Thomas's Theory of Access. *Journal of Health Services Research & Policy*, 21(1), 36-39. <https://doi.org/10.1177/1355819615600001>
- Sweet, S. N., Michalovic, E., Latimer-Cheung, A. E., Fortier, M., Noreau, L., Zelaya, W., Ginis, K. A. M. (2018). Spinal cord injury peer mentorship: applying self-determination theory to explain quality of life and participation. *Archives of Physical Medicine Rehabilitation* 99(3), 468-476. e412. <http://doi.org/10.1016/j.apmr.2017.08.487>
- Vaismoradi, M., Turunen, H. et Bondas, T. (2013). Content analysis and thematic analysis: Implications for conducting a qualitative descriptive study. *Nursing & health sciences*, 15(3), 398-405. <http://doi.org/10.1111/nhs.12048>
- Van Durme, T., Macq, J., Anthierens, S., Symons, L., Schmitz, O., Paulus, D., Van den Heede, K. et Remmen, R. (2014). Stakeholders' perception on the organization of chronic care: a SWOT analysis to draft avenues for health care reforms. *BMC Health Services Research*, 14(1), 1-9. <http://doi.org/10.1186/1472-6963-14-179>

- van Wijngaarden, J. D., Scholten, G. R. et van Wijk, K. P. (2012). Strategic analysis for health care organizations: the suitability of the SWOT-analysis. *International Journal of Health Planning Management*, 27(1), 34-49. <https://doi.org/10.1002/hpm.1032>
- Veltman, A., Stewart, D. E., Tardif, G. S. et Branigan (2001). Perceptions of primary healthcare services among people with physical disabilities. Part 1: access issues. *Medscape General medicine* 3(2), 18.
- Voormolen, D. C., Polinder, S., Von Steinbuechel, N., Vos, P. E., Cnossen, M. C. et Haagsma, J. A. (2019). The association between post-concussion symptoms and health-related quality of life in patients with mild traumatic brain injury. *Injury*, 50(5), 1068-1074. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2018.12.002>
- Yost, T. L. et Taylor, A. G. (2013). Qigong as a novel intervention for service members with mild traumatic brain injury. *Explore*, 9(3), 142-149. <https://doi.org/10.1016/j.explore.2013.02.002>

4.4 Article 4 : A Remotely Delivered Progressive Walking Intervention for Adults with Persistent Symptoms of a Mild Traumatic Brain Injury: Feasibility and Exploration of its Impact

Christophe Alarie^{a, b, c}, Isabelle Gagnon^{d, e}, Elaine de Guise^{b, c}, Michelle McKerral^{b, c},
Marietta Kersalé^{a, b, c}, Béatrice van het Hoog^{a, b, c}, Bonnie Swaine^{a, b, c}

^a École de réadaptation, Faculté de Médecine, Université de Montréal, Montréal, Québec, Canada.

^b Centre de recherche interdisciplinaire en réadaptation du Montréal métropolitain (CRIR), Montréal, Québec, Canada.

^c Institut universitaire sur la réadaptation en déficience physique de Montréal (IURDPM), Montréal, Québec, Canada.

^d School of Physical and Occupational Therapy, Faculty of Medicine, McGill University, Montréal, Québec, Canada.

^e Trauma Center and Pediatric Emergency Medicine, Montreal Children's Hospital, McGill University Health Center, Montréal, Québec, Canada.

^f Département de psychologie, Faculté des arts et des sciences, Université de Montréal, Montréal, Québec, Canada

Article accepté pour publication le 6 juin 2022 dans *Frontiers in Disability and Rehabilitation* et publié en ligne en juillet 2022.

<https://doi.org/10.3389/fresc.2022.898804>

4.4.1 Abstract

Introduction: Persistent post-concussion symptoms following a mild traumatic brain injury (mTBI) can impact function and participation of adults. Physical activity is recommended to reduce symptoms and foster return to normal activities. Adults with a mTBI may have personal factors or experience accessibility issues restricting physical activity. Walking is a physical activity accessible to most that could be delivered remotely.

Objectives: Determine the feasibility, safety, and acceptability of a remotely delivered progressive walking intervention designed for adults with persistent mTBI symptoms and explore its effects on health-related outcomes.

Methodology: This feasibility study using a single-group pre-post mixed methods convergent parallel design was conducted remotely. Adults aged 18-65 years with a mTBI reporting persistent symptoms for ≥ 3 months were recruited. The 8-week remote progressive walking intervention aimed to increase the weekly number of steps walked by 40% based on a 1-week baseline measured by a Fitbit Inspire 2 activity monitor. Feasibility measures were about the intervention, its remote delivery, safety, and acceptability. Health-related outcomes were post-concussion symptoms, kinesiophobia, mood, sleep, fatigue, and quality of life. Semi-structured exit interviews were recorded and transcribed verbatim. Quantitative and qualitative data were analyzed separately, and results merged, compared, and contrasted. Descriptive statistics and paired samples *t*-tests were used. The qualitative analyses followed an iterative content analysis approach using reflexivity and triangulation of sources.

Results: Twenty adults (16 women) aged 42.5 ± 11.51 years with persisting symptoms for 9.25 ± 6.43 months participated, adhered to 94.38% of sessions, completed the intervention, and found it to be feasible, safe and acceptable. Participants increased weekly total number of steps walked (change= $14,886 \pm 18,283$; $t=3.55$, $p=0.002$). Severity of post-concussion symptoms (change= -6.42 ± 10.69 ; $t=-2.62$, $p=0.018$), kinesiophobia (change= -5 ± 6.86 ; $t=3.18$, $p=0.005$), anxiety (change= -1.53 ± 3.01 ; $t=-2.21$, $p=0.04$), and fatigue (change= -10.21 ± 10.20 ; $t=-4.37$, $p<0.001$) were reduced, whilst quality of life improved (change= 10.58 ± 13.35 ; $t=3.46$, $p=0.003$). Participants' perceptions corroborate most quantitative results; they felt improved self-efficacy about physical activity and provided five key recommendations.

Discussion: This study demonstrates the feasibility, safety, and acceptability of the remote 8-week progressive walking intervention, a promising approach to reduce persisting symptoms, improve physical activity level health-related outcomes and quality of life of adults with persistent post-concussion symptoms following a mTBI.

Keywords: Walk, Exercise, Physical activity, mTBI, mild Traumatic Brain Injury, Concussion, Feasibility study, Mixed-Methods.

4.4.2 Introduction

Adults who sustain a mild traumatic brain injury (mTBI) can experience a range of physical, cognitive, and emotional post-concussion symptoms that persist and negatively impact their function and participation (e.g., work absenteeism, reduced physical activity (PA)) (Perroux et al., 2013; Fineblit et al., 2016; Cooksley et al., 2018; Voormolen et al., 2019). Recent reviews and meta-analyses suggest that PA can help reduce persisting symptoms and fosters the return to normal activities (World Health Organization, 2001; Lal et al., 2018; Haider et al., 2020; Langevin et al., 2020; Alarie et al., 2021). This evidence supports clinical practice guidelines and expert consensus on sport-related concussion that slow-to-recover adults should engage in PA as part of the management of their mTBI (McCrory et al., 2017; Ontario Neurotrauma Foundation (ONF), 2018; Eapen et al., 2022).

Among PA-based interventions delivered to adults with a mTBI, one of the most promoted approaches is symptom-limited low-to-moderate aerobic exercise performed 5 to 7 times a week at an intensity representing 80% of the heart rate attained when symptoms are exacerbated during a graded exertion test, repeated every 2-3 weeks (Leddy et al., 2010; Moore et al., 2016; Mercier et al., 2020; Bezherano et al., 2021). However, there are several limitations associated with this approach. For instance, it requires regular testing of exercise intolerance, in-person supervision and precise monitoring of heart rate during exercise that may not be optimal for all adults with persisting symptoms (e.g., inactive, or ageing adults). Indeed, this heterogenous population could experience several barriers to engage and follow this approach as they could be sedentary (Mercier et al., 2021), fear-avoidant (Silverberg et al., 2018; Silverberg et Cassetta, 2019) and may not have access to specialized equipment (e.g., treadmills, stationary bikes) or rehabilitation if living in a remote area or when it is limited due to sanitary restrictions (e.g., reduced service provision and increased waitlists).

An exercise as simple as walking is an aerobic-based PA accessible to most, that can be delivered remotely and has shown to improve perceived stress and mood of adults with mild, moderate, or severe TBIs living in the community (Bellon et al., 2015). The home-based walking intervention studied by Bellon et al. (2015) used a stepwise progressive approach using a

pedometer to increase by 40% the total weekly steps walked after a 12-week intervention, an individualized progression that did not require symptom exacerbation to guide exercise progression (Bellon et al., 2015). Although, this intervention incorporated telephone coaching, it required in-person testing before the intervention, and was not specifically designed for adults with a mTBI. Moreover, Bellon's study did not measure post-concussion symptoms and relevant mTBI health-related outcomes (e.g., anxiety, fatigue, sleep, quality of life) nor did it report on safety and participant acceptability.

In the context of the COVID-19 pandemic, we adapted Bellon's approach and designed a remote progressive walking intervention specifically for adults with persisting post-concussion symptoms of a mTBI. The aim of this study was to determine the feasibility, safety, and acceptability of this 8-week telehealth intervention, and to explore its effects on health-related outcomes.

4.4.3 Materials and Methods

This study was conducted entirely remotely and followed a single-group pre-post intervention using a mixed method convergent parallel design (Edmonds et Kennedy, 2017). In other words, we simultaneously collected different qualitative and quantitative data before, during and after the intervention, analyzed both sets of data separately, and combined and compared (e.g., triangulated) the results from these data sources to draw conclusions. The study was approved by the Center for Interdisciplinary Research in Rehabilitation of Greater Montreal (CRIR) Research Ethic Board (#CRIR-1516-1118).

Participants

Eligible participants were adults aged 18-65 years old reporting persistent post-concussion symptoms following a mTBI sustained ≥ 3 months and for ≤ 3 years before and whose names were on waitlists to receive outpatient rehabilitation at one of five public healthcare TBI specialized programs in Montréal and surrounding area, an urban region in Québec, Canada. To be on the waitlist of a specialized TBI rehabilitation program, participants had a diagnosis of a mTBI and were referred to the program by a physician. Participants had to speak English or

French and have access to the internet, a web camera and a microphone on a computer, a smartphone, or a tablet with Bluetooth® able to support Zoom software (Zoom Video Communications Inc., USA provided by the Université de Montréal). Potential participants were excluded from the study if they 1) reported not feeling healthy enough to walk daily (informed by the Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q)), 2) reported an injury or a disease such as a sprain, a fracture or testing positive for COVID-19 during the study, or 3) were already following an aerobic exercise program. At all times during their participation in the study, participants could receive services from their doctor, allied health professionals (e.g., physiotherapist, occupational therapist, kinesiologist) and alternative health professionals (e.g., acupuncturists, massage therapists) working inside or outside the specialized program as long as no PA intervention was provided.

Non-probabilistic convenience sampling was used until 20 participants were consecutively enrolled and initiated the intervention, a sample consistent with other feasibility studies of PA interventions for youth and children with mTBI (Leddy et al., 2010; Chan et al., 2018). Participants were recruited from May to October 2021 by persons independent from the research team from each specialized program who made initial contact calls to individuals on waitlists, briefly introducing the study and inquiring about interest in participating. Once potential participants demonstrated interest, they were contacted by telephone by the first author (CA) to confirm eligibility. An email describing the intervention including the consent form and a secured Zoom URL of the first scheduled session was then sent to each participant (T0). This session consisted of obtaining consent and demographic information through screen sharing, in addition to scheduling the period to obtain baseline walking data and planning the telehealth intervention sessions. Figure 1 reports the flow of participants in the study.

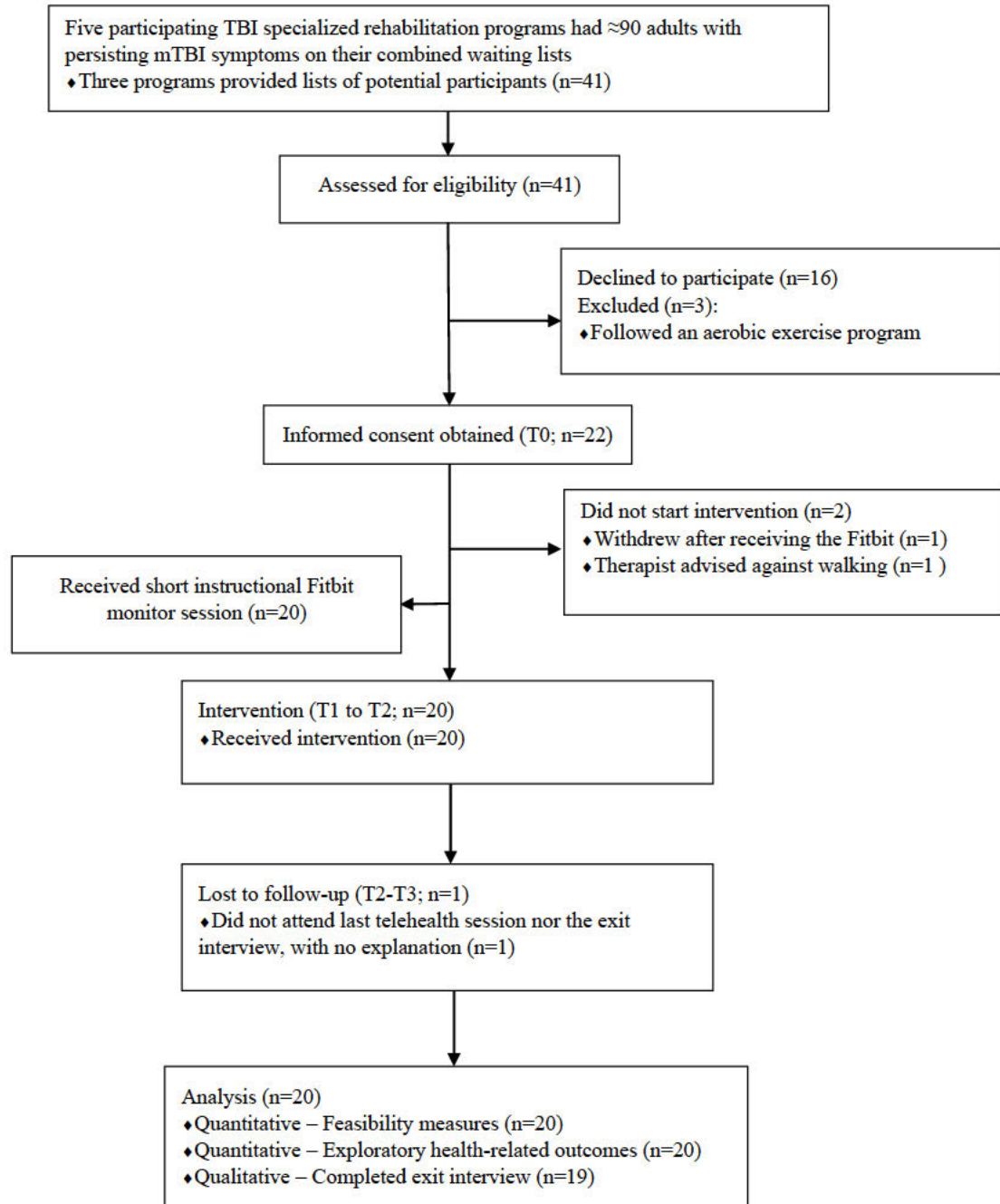


Figure 1: CONSORT diagram of the flow of participants in the study

Telehealth progressive walking intervention

The 8-week walking intervention was remotely delivered and consisted of weekly telehealth sessions during which research assistants met with participants to individualize their walking progression and offer motivational support specific to individuals with a mTBI. The intervention aimed to increase the weekly number of steps walked, up to an additional 40% of the steps walked during the 1-week baseline measured with a Fitbit Inspire 2 PA monitor (Fitbit LLC, USA). This progression was inspired by the progression proposed by Bellon et al. (2015). Specifically, participants were encouraged to follow a progression rule to increase the number of steps walked per week by 5% of the number of steps walked during baseline, and this was adapted weekly.

During weekly telehealth sessions, research assistants and participants worked collaboratively to establish individualized walking goals for the week informed by the potential obstacles and facilitators to walking perceived by the participants for each upcoming week. Participants could modulate the frequency, duration, distance, and speed of their walks to achieve their goals. To promote attainment of their walking goals, motivational strategies were provided (Michie et al., 2013). They were also educated about PA and mTBI (e.g., potential health benefits for mTBI symptoms, exercise intolerance principles), and encouraged to attain desired behaviours through feedback, and helped to identify strategies to achieve walking goals (e.g., goal setting, action planning). Participants were asked to record the frequency, the durations of their walks, and their ratings of perceived effort after voluntary walks in an electronic Word software-based (Microsoft Word, Microsoft, USA) walking log to support self-monitoring of their progress. Specific details about the intervention are provided in Supplementary Material 1 according to the Consensus on Exercise Reporting Template checklist (Slade et al., 2016).

For each participant, the intervention included 10 individual telehealth sessions supervised by trained research assistants, one session to initiate baseline measurement (T0), two sessions for questionnaire administration, pre and post intervention (T1 and T2), and seven weekly-scheduled sessions for data collection, weekly goal setting and motivational support. Not considered as part of the intervention, participants attended a 20-minute instructional session

about the use of their Fitbit (between T0 and T1), and an exit interview (T3) within one week after finishing the intervention.

The research assistants were the first author (CA), a doctoral student with over five years of clinical experience, and three students at the master's or undergraduate level in occupational therapy or athletic therapy. Supervised by a senior researcher (BS), the doctoral student provided 20 hours of training to the other students to ensure standard delivery of the walking intervention, administration of the measurement tools, data collection and data entry. To ensure intervention and protocol fidelity, pilot testing of the intervention and assessment procedures (e.g., consent, wearing Fitbit, questionnaire completion, exit interview) was conducted with members of the research team. Pilot data were not included in the study.

Procedure

Participant demographic data (see Table 1) were collected at T0 and included questions about self-reported level of PA (e.g., number of days performing more than 30 minutes of PA at an intensity that made them breathe harder than usual, the number of minutes of PA per week, and self-rated level of fitness). Questionnaires were administered at the beginning (T1) and end of the 8-week intervention (T2) followed by an exit interview (T3). Demographic information and questionnaire responses were collected using Zoom screen sharing and annotation tools. The total number of mTBI sustained in one's life was self-reported. Within four days of obtaining consent, participants received in the mail their Fitbit Inspire 2 activity monitor and were invited via email to attend the Fitbit instructional session (between T0 and T1) during which they were instructed how to download, install, and perform initial set-up of the Fitbit application. They were asked to wear the watch on their non-dominant wrist and go about their days as usual for one week to complete the baseline (T0-T1). A piece of masking tape was placed on the watch face to impede participants from viewing their daily number of steps during this initial week and they were instructed to remove the tape only once the intervention began (T1). For the study duration, participants were instructed to always wear the watch but could remove it when bathing or while it charged. A checklist was also provided with the mail package to remind participants about these instructions.

Each week, participants received a personal secured Zoom link by email connecting them to a 30-minute one-on-one telehealth virtual meeting with their assigned research assistant. A typical telehealth session unfolded as follows: Participants shared their walking log and synchronized their Fitbit Inspire 2 with the Fitbit application, allowing the research assistant to access steps data. The research assistant and participant then discussed the weekly number of steps, goal attainment, identified actual and potential barriers and facilitators (e.g., fatigue, busy schedule, motivation) and planned new goals for the upcoming week. The time of the next appointment was confirmed and an email containing an updated walking log, new weekly goals and a Zoom link was sent to the participants by email. Weekly reminders were sent by email 24 hours before each appointment. At the end of each telehealth session, the research assistant recorded in a journal if participants received health services, if they reported adverse events, if any technological issues occurred during the session and general comments participants shared about the intervention. If an adverse event was reported either during a telehealth session, with a phone call or an email, research assistants were instructed to tell the participant to seek medical attention, as needed. If medical attention was required, the plan was to maintain contact (by telephone or email) with the participant until he or she felt the consequences related to the adverse event were under control. Depending on the severity of the adverse event, a decision to continue or withdraw from the study would be made by the research team.

Exit interview

An exit interview (T3) with each participant was conducted remotely by CA. Using an interview guide based on the acceptability questionnaire developed for this study (see below), participants were asked five open-ended questions about their overall satisfaction with the intervention delivery and the telehealth experience. Interviews were recorded using built-in Zoom recording software and transcribed verbatim.

Feasibility and outcome measures

Feasibility measures and feasibility level criteria, set *a priori* when possible and aligned with prior research for determining feasibility of PA interventions (Leddy et al., 2010; Chin et al., 2015) included: Drop-out rate, measured as 3 or more missed telehealth sessions or a participant declining to continue the intervention (acceptable drop-out rate set at $\leq 20\%$); Adherence to the

telehealth sessions (target attendance set at $\geq 80\%$ of the telehealth sessions for all participants); Number of modifications to scheduled telehealth sessions; Number of adaptations of telehealth sessions; Type of device used to support the telehealth platform; Number of internet connection, video and audio issues; Number of Zoom platform issues; Number of Fitbit monitor issues and; Walking log usage, determined as the number of logs completed and shared with the research team ($\geq 80\%$ of the walking logs). Safety was measured as the number of minor (e.g., fall, minor injury, perceived exacerbation of symptoms due to walking) and major adverse events (e.g., subsequent mTBI, an emergency department visit) resulting from walking. Finally, the acceptability of the intervention with respect to its different characteristics (e.g., duration, frequency of meetings, format, research assistants' expertise and know-how), telehealth setting (e.g., Zoom connection quality), Fitbit activity monitor, perceived impacts of the intervention were assessed using a 17-item 5-point scale questionnaire (1 = strongly disagree, 2 = disagree, 3 = neither agree nor disagree, 4 = agree, 5 = strongly agree) designed for this study (see Supplementary Material 2).

Exploratory health-related outcomes

The exploratory health-related outcomes included:

- Steps walked over seven days (i.e., number of steps walked per 7×24 -hour periods), measured with a wrist-worn Fitbit Inspire 2 watch, a validated PA monitoring technology in adult population with TBI (Fulk et al., 2014). Additionally, self-reported weekly number of walks, walk duration, and the rating of perceived effort (RPE) using the Borg rating of perceived effort scale, a 0-10-point scale commonly used for individuals with a mTBI (Borg, 1998; Leddy et al., 2010, 2011, 2019), were recorded by participants in their electronic walking log.
- Post-concussion symptoms, assessed with the Rivermead Post-Concussion Symptom Questionnaire (RPQ), a self-reported validated and reliable 16-item questionnaire using a 5-point scale (total score range = 0-64) (King et al., 1995). Three sub-scores can be calculated, namely cognitive, somatic, and affective symptoms. A higher score indicates a greater number or intensity of symptoms.

- Kinesiophobia, measured by the Tampa Kinesiophobia Scale (TSK-13) a self-reported questionnaire validated for adults with a mTBI including 13 items measured on a 4-point scale (total score range = 13-52) (Wijenberg et al., 2017). Two sub-scores can be calculated: activity avoidance and somatic focus (i.e., fear of pain and (re)injury). A higher score indicates greater fear.
- Mood, measured with the Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS), a self-reported questionnaire validated for adults with a mTBI including 14 items measures using a 4-point scale (total score range = 0-42) (Ponsford et al., 2012; Roberge et al., 2013). Two sub-scores can be calculated representing: depression and anxiety. A higher score represents a higher level of symptoms.
- Sleep quality over the past month, assessed using the Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI), a self-reported questionnaire validated for individuals with a TBI containing 19 items measuring seven domains of sleep on a 4-point scale (total score range = 0-21) (Fichtenberg et al., 2001). A higher score represents poorer perceived sleep quality.
- Fatigue, measured with the Multidimensional Fatigue Inventory (MFI) a self-reported questionnaire validated for adults with a TBI containing 20 items measured using 5-point scale (total score range = 20-100) (Fillion et al., 2003; Kolakowsky-Hayner et al., 2017). Five sub-scores are calculated: general, physical, mental, and emotional fatigue and vigour. A higher score indicates a greater level of fatigue.
- Health-related quality of life, measured with the Quality of Life after Brain Injury (QOLIBRI), a self-report questionnaire validated for individuals with a mTBI comprised of 37 items measured using a 5-point scale (total score reported as a percentage) (von Steinbüchel et al., 2010). Six sub-scores can be calculated: cognitive, self-perception, life, relational, emotional, and physical satisfaction. A higher score represents a better quality of life.

Analyses

This mixed-method study used different methodological techniques to gather quantitative and qualitative data. The analyses of each type of data were performed separately and results from these data sources were triangulated.

Descriptive statistics were performed for demographic, feasibility, safety, acceptability, and health-related outcome data. Visual inspection was performed for distribution and completeness of feasibility and health-related outcomes. Satisfaction questionnaire scores were transformed into percentages. Due to the exploratory nature of the study, paired sample Student's *t*-tests were used to analyze changes in exploratory health-related outcomes (e.g., steps walked, post-concussion symptoms, kinesiophobia, mood, sleep, fatigue, health-related quality of life) before (T1) and after the 8-week intervention (T2). Sensitivity analyses based on the Wilcoxon signed-ranked test were performed and conclusions were coherent with those of the Student's *t*-tests, except for the mental fatigue sub score of the MFI standardized questionnaire (MFI-Mental). Moreover, using paired sample Student's *t*-test enables the reporting of Cohen's *d* effect sizes (Rosenthal et al., 1994). Quantitative analyses were performed using SAS software (SAS 9.4, SAS Institute, Inc., USA).

Qualitative analyses of exit interviews and journals kept by each research assistant were performed principally by CA, MK and BH and supervised by BS using Nvivo software (Nvivo 1.6, QSR International Inc., USA). The iterative analysis process followed Miles, Huberman & Saldana's (2014) analysis approach (Miles et al., 2014). A coding dictionary derived from the interview guide was produced to inform the first cycle of coding. The coding dictionary evolved as transcripts were coded independently and verified by a second analyst. Suggested changes or adjustments were resolved through discussion between analysts and the first author CA. A second cycle of coding determined broader categories. To enhance trustworthiness, triangulation of the broader categories with data recorded in the research assistants' journals provided enriched understanding of participants' experiences but did not modify the overarching categories. Annotations (*jottings*), reflexive notes and analytical memos were documented thorough the analysis. A search for convergent, divergent, and contradictory information within categories was undertaken and reported (Miles et al., 2014).

The results of the quantitative and qualitative analysis related to each other were merged, compared, and contrasted to provide an overall interpretation of the feasibility, safety, acceptability, and impacts on health-related outcomes (Edmonds et Kennedy, 2017).

Perspectives of participants including converging, divergent and contrasting results are reported following related quantitative results.

4.4.4 Results

Demographic characteristics of the participants are in Table I. Twenty French-speaking adults on waitlists of three outpatient rehabilitation programs participated in the 8-week intervention. They each completed the intervention, but one participant only provided the number of steps recorded during week 8 by the Fitbit and did not complete the self-reported questionnaires (T2) or the exit interview (T3). At the beginning of the intervention (T1), all participants reported having symptoms of fatigue, 95% reported feeling slow and being sensitive to noise, and 90% reported having headaches, light sensitivity and difficulty to concentrate and remember. Nineteen participants reported having received health services during the intervention by either a medical doctor (n=3), an allied health professional (n=16), or an alternative health professional (n=5). Following the qualitative content analysis, perspectives of participants were grouped in five broader categories: feasibility, safety, acceptability, impacts on health-related outcomes, and recommendations to improve the walking intervention.

Table 1: Demographic characteristics of participants receiving the telehealth progressive walking intervention (n=20)

Variable	Participants (n=20)
Age (years), mean \pm SD, <i>range</i>	42.5 \pm 11.4, 20-59
Woman, <i>n</i> (%)	16 (80)
Above high school diploma, <i>n</i> (%)	9 (45)
Post-concussion symptoms at T0, (RPQ total score)	33.90 \pm 15
Time since injury (mo), mean \pm SD, <i>range</i>	9.25 \pm 6.4, 3-29
Prior concussion, <i>n</i> (%)	
0	17 (85)
1	2 (10)
2	1 (5)
Concussion mechanism, <i>n</i> (%)	
Sport or physical activity-related	3 (15)
Fall	4 (20)
Motor vehicle accident	4 (20)
Physical violence	2 (10)
Struck by an object	4 (20)
Unspecified work-related	3 (15)
Employment status, <i>n</i> (%)	
Full-time	3 (15)
Student	2 (10)
Progressive return-to-work	2 (10)
Sick leave	12 (60)
Retired	1 (5)
Self-reported premorbid condition, <i>n</i> (%)	16 (80)
ADD/ADHD	6 (30)
Depression	5 (25)
Anxiety	3 (15)
Learning disability	1 (5)
Migraine	1 (5)
Days \geq 30 min of moderate PA, mean \pm SD	1.6 \pm 2.1
Min of PA per week, mean \pm SD	69.25 \pm 81.3
Self-rated level of fitness	
Much less fit or somewhat less fit	14 (70)
Equally as fit or somewhat more fit	6 (30)

Notes: SD = Standard deviation; RPQ = Rivermead Post-Concussion Symptom Questionnaire
mo = Month; ADD/ADHD = Attentional deficit disorder/Attentional deficit hyperactive disorder; \geq = Equal or greater than, min = Minutes, PA = Physical activity.

Feasibility

All participants completed the intervention (0 drop-outs). Adherence to the telehealth sessions was 94.38%, 25 sessions were rescheduled, and 10 no-shows were recorded. Thirty-six sessions (18.94 %) diverged from the intervention protocol and needed adaptations (e.g., used telephone, session longer than 45 min, vacation). Twenty-four computer-related technological issues, 33 Zoom issues, and 53 Fitbit activity monitor issues were recorded but these issues were dealt with during the session and did not prevent completion of any session. Visual inspection of the number of steps data revealed that one participant did not wear his watch for three days during week 8 (T2) and was therefore removed from the analysis of the weekly steps. Table 2 provides more details about the feasibility measures.

Table 2: Feasibility measures of the telehealth progressive walking intervention (n=20)

Variable	Frequency (%)
Adherence to telehealth sessions (n=200)	190 (95)
Schedule modifications	37 (18.5)
Rescheduled telehealth sessions	26 (13)
No-shows without reasons	25 (12.5)
No-show rescheduled	15 (7.5)
Telehealth session adaptation recorded over the 190 sessions*,	36 (18.94)
Phone line uses instead of telehealth platform	27 (14.21)
Telehealth sessions \geq 45 min	8 (4)
Adaptations due to vacation	3 (2)
Sessions needing to be split into two	2 (1)
Device supporting telehealth platform used over the 190 sessions ^a	
Computer	112
Smartphone	62
Tablet	22
Technological issues recorded over the 190 sessions	24 (12.63)
Internet connexion	12 (6.59)
Poor audio quality	9 (4.74)
Poor video quality	3 (1.58)
Zoom platform issues recorded over the 190 sessions	33 (17.37)
Device incompatibility	22 (11.58)
Connectivity	11 (5.79)
Fitbit activity monitor issues recorded over the 190 sessions	53
Participants reported to have forgotten to wear Fitbit	14 (26.42) ^b
Participants perceived lack of Fitbit validity	20 (37.74) ^b
Participants reported charging issues	15 (28.30) ^b
Participants reported difficulty synchronising with Fitbit software	4 (7.55) ^b

Notes: * = Excluding the no-shows; \geq = Greater than or equal to; min = minute; ^a= Sometimes, participants concurrently used two devices; ^b Percentage calculated on the total frequency of Fitbit activity monitor issues recorded.

Walking logs were completed by participants following 69.44 % of the sessions. Self-reported information on walking logs was however sparse making statistical analysis difficult: 14 participants provided information to compare walk frequencies between week 1 and 8, eight participants for the duration of walks, and seven participants about their rating of perceived effort. Perceptions of participants converged with quantitative feasibility results providing insights about the intervention and issues experienced. Participants found the telehealth progressive walking intervention feasible and felt the quality of the telehealth sessions was good; it was simple and quick to communicate with the research team by email. Technical assistance offered by the research team was good and instructions provided throughout the intervention were clear even when technological issues occurred. Using the Fitbit activity monitor and its online application were considered feasible and helpful for tracking their PA even if issues or dissatisfaction were expressed about the perceived reliability of the Fitbit's step counts measurement, the relatively frequent charging of the watch and its lack of screen brightness outside. The walking log was considered useful to track symptoms and walking progression, but some people experienced difficulties completing the walking log because of their visual symptoms or the electronic format.

Safety

We recorded 21 adverse events during the study, 19 of which were exacerbation of post-concussion symptoms after a walk and 2 musculoskeletal (e.g., knee pain, and calf cramp). No event required medical attention, and all were resolved without complications. Experience of participants converged with the overall safety of the intervention regarding the low frequency of musculoskeletal minor adverse events, contextualized symptom exacerbation, and perceived potential hazards. Indeed, participants considered the walking a safe activity and appreciated that the individualized progression and adapted weekly goals did not put them at risk of overexerting themselves or increasing their symptoms. Some participants felt their safety was at risk (e.g., risk of fall) in the presence of symptoms of dizziness and light sensitivity when walking on uneven terrain and when they walked in an area considered unsafe, or during inclement weather (e.g., storm, heatwave).

Acceptability

Overall acceptability was high. The percentage of participants who responded 4 (agree) or 5 (strongly agree) to all items about the intervention itself was 79%, the remote delivery was 68%, the instrumentation and tools used was 74%, and the perceived health benefits was 79%. All would recommend the intervention to persons with a mTBI. Converging with these results, during the exit interview participants shared their appreciation of the intervention, its telehealth format, its 8-week duration, its weekly frequency, and the relatively short duration of telehealth sessions (about 30 min.). Although some participants found the experience more time consuming than initially expected (e.g., data collection, time to complete walking logs, number of telehealth sessions), participating in the research was a positive experience for everyone; they found the data collected helped them better understand persisting post-concussion symptoms. Research assistants were considered knowledgeable motivators, flexible with scheduling and able to adapt intervention progression according to individual needs. Participants reported wanting the telehealth approach to be embedded in the public healthcare system and would have liked to have received a similar walking program earlier after their injury. They reported the pandemic enhanced their readiness to participate in a telehealth intervention and found themselves familiar/comfortable with the technology used (i.e., Zoom, email exchanges, Fitbit, and its online application). Although participants generally appreciated the intervention in the format given, five areas of improvement emerging from the interviews were found. Table 3 reports main recommendations and significant excerpts from participants.

Table 3: Participants’ recommendations and excerpts to improve the remotely delivered interventions (n=19)

Recommendations	Excerpts (quotes)
<p>1. The walking intervention should be a multimodal intervention</p> <ul style="list-style-type: none"> • Make intervention multimodal that includes other types of PA other than walking and including dedicated educational modules on persisting symptom management, sleep, nutrition, and PA in general for individuals with mTBI. • Add an interactive component with participants to experience and learn from each other. 	<p>“Well, you know, I'm someone who likes to move around, and who likes to try a lot of things. It would have been more diversified. (...) You have four or five days a week that you walk, then you have two days that you can either do a little jogging, or a brisk walk, or whatever. You know, as the program goes on, the [activities of the days] might change.” – <i>Line, 38 years old, initially feeling less active than her peers.</i></p>
<p>2. The length of the walking intervention should be prolonged</p> <ul style="list-style-type: none"> • Extend intervention at least another 4 weeks with the goals of better consolidating lifestyle habits related to PA, prolonging access to supervision to maintain motivation towards PA, and integrating/experiencing new PA. 	<p>“I would have taken a little more. I would have taken 10 or 12 [weeks]. Yes. To see if... I was still able to walk more steps. At the beginning it was a challenge (...). Then after that it was really okay! Now, I get out of the house and then it's... wow! I guess I could have done more, but it would have taken ten to twelve [weeks].” – <i>Catherine, 47 years old, initially feeling less active than her peers.</i></p>
<p>3. Reinforce personalization of the intervention</p> <ul style="list-style-type: none"> • Adjust intervention to better meet individual needs. Increase frequency of weekly meetings or formulate walking goals more challenging than simply increasing 40% of steps per week. • Better tailor measures for tracking PA to individual's needs, preferences, and comfort with technology; for example, in the walking log, record more details about the daily presence of symptoms or record activities besides walking. 	<p>“I would have found it interesting if the final objectives were personalized for each person. That the person discusses with you to find a final goal that would better suit him. Because mine, I found that it was a little too low according to my walking abilities. That made it so that I was sure that I was going to reach the final goal but like, way above what it was. So, I would have found it interesting, either for the next ones, if the goals were personalized for each person, so that it would be more representative of their abilities and then of their</p>

	personal goals.” – <i>Eva, 20 years old, initially feeling more active than her peers.</i>
<p>4. Better preparation of participants for the intervention</p> <ul style="list-style-type: none"> • Make more explicit the required participation, and expectations of the intervention including better explanation about using the walking diary, the Fitbit watch and its online application and the questionnaires. • Send participants questionnaires in advance to facilitate data collection/evaluation and add more reminders to charge the watch. 	<p>“When I had to connect it [the Fitbit], with my account on my cell phone, I had a paper in the box with the code, and the password and the username. Well, I admit, it's really stupid, but personally I looked for it. I didn't come across this paper right away. Then I was like “<i>Ok, but how do I plug it in?</i>” So, the paper that was in the box, maybe put it outside the box. Maybe...mention it more clearly. I don't know, something like that. (...) Just taking the watch, logging in, and then the steps to... that little bit was less clear.” – <i>Sara, 44 years old, initially feeling less active than her peers.</i></p>
<p>5. Optimising measurement validity</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ensure measures of the number of steps are representative of PA during a typical week. Indeed, some reported that the PA level during the baseline week was either too low or too high. 	<p>“In my case, I think it came into play [the validity of the Fitbit]. Because it happened that the first week was the beginning of my vacation, and I was more in couch potato mode! But, still I was moving around, so my baseline is not so low either, but maybe not quite the representation of my life at one hundred percent.” – <i>Diane, 40 years old, initially feeling more active than her peers</i></p>

Notes: PA = Physical activity; mTBI = Mild traumatic brain injury.

Exploratory health-related outcomes

Participants significantly ($p < 0.01$) increased their weekly total number of steps and their average daily number of steps after the intervention, during the weekday and weekends (see Table 4) and reported the intervention impacted positively their participation. In fact, not only did they report an increased number and duration of their walks, they also spent more time in work-related and leisure activities. For example, some participants reported starting to cycle, swim or paddle board and having improved their ability to work on the computer because of screen habituation during the one-on-one telehealth session. Often, participants included their friends and their family during their walks or other PA resulting in strengthened relationships with their friends and family.

Table 4: Descriptive statistics, paired sample *t*-test and effect size of steps walked, walk frequencies and duration, and perceived effort of the telehealth progressive walking intervention (n=20)

Walk-related outcome	Baseline (T0-T1; n=20)	Post-Intervention (Week 8-T2; n=19)	Change [CI]	<i>t</i> -statistic	<i>p</i> -value	Cohen's <i>d</i>
Total weekly steps, mean ± SD	57,881.60 ± 21,228.19	74,854.95 ± 27,743.62	14,886.21 ± 18,282.73 [6,074.21 – 23,698.21]	3.549	0.002	0.687
Daily steps, mean ± SD	8,268.81 ± 3,032.57	10,831.62 ± 4,158.11	2,264.65 ± 2,868.97 [881.85 – 3,647.45]	3.441	0.003	0.707
Daily weekday steps, mean ± SD	8,544.9 ± 3,678.24	10,940.01 ± 4,420.02	2,087.69 ± 3,150.65 [569.13 – 3,606.26]	2.888	0.010	0.589
Daily weekend steps, mean ± SD	7,578.60 ± 4,089.73	10,560.63 ± 4,157.71	2,707.05 ± 4,049.51 [755.25 – 4,658.85]	2.914	0.009	0.723
Weekly walk frequencies, mean ± SD*	4.88 ± 2 (n=16)	4.63 ± 2.42 (n=16)	-0.29 ± 2.7 [-1.27 – 1.85] (n=14)	-0.396	0.699	0.113
Weekly walk duration, mean ± SD*	22.45 ± 8.51 (n=10)	38.43 ± 26.79 (n=16)	10.97 ± 16.17 [-2.56 – 24.49] (n=8)	1.918	0.097	0.804
RPE, mean ± SD*	2.97 ± 2.94 (n=10)	3.27 ± 1.66 (n=14)	-0.86 ± 2.67 [-3.34 – 1.61] (n=7)	0.953	0.758	0.126

Notes: **Bold** represents statistical significance; * = n varies since not all data were recorded in personal logs; SD = Standard Deviation; RPE = Rating of perceived effort; CI = Confidence interval.

Paired sample *t*-tests indicated that post-concussion symptoms (RPQ-Total), kinesiophobia (TSK-13-Total), anxiety (HADS-Anxiety), and fatigue (MFI-Total) reduced post-intervention (p -values for all four measures = <0.05), while health-related quality of life (QOLIBRI-Total) improved ($p=0.003$). Initial and final scores for each questionnaire and their associated subscales, confidence intervals, *t*-statistics, p -values, and Cohen's *d*, are provided in Table 5. Similarly, participants qualitatively reported a reduction in their fatigue, their cognitive, emotional, and physical symptoms of mTBI, and that their overall physical condition improved over the course of the intervention (i.e., they had stronger legs and improved cardiorespiratory function). Converging with the quantitative results, they felt the intervention improved some cognitive abilities (e.g., sustained attention), their overall mood, sleep quality (e.g., reduced stress, irritability), and reduced their pain. Some participants reported the intervention helped them lose weight.

Table 5: Descriptive statistics, paired sample *t*-test and effect size of post-concussion symptoms, kinesiophobia, mood, sleep, fatigue, and health-related quality of life exploratory health-related outcomes (n=20)

	Pre- Intervention (T1; n=20)	Post- Intervention (T2; n=19)	Change [CI]	<i>t</i>- statistic	<i>p</i>-value	Cohen's <i>d</i>
Post-concussion symptoms						
RPQ-Total (0-64)	33.9 ± 15.56	26.58 ± 15.19	-6.42 ± 10.69 [-11.58 – -1.27]	-2.617	0.018	0.476
RPQ-Somatic	17.4 ± 7.08	14 ± 7.99	-3 ± 7.99 [-6.17 – 0.17]	-1.989	0.062	0.450
RPQ-Emotional	7.1 ± 5.66	5.95 ± 4.4	-1 ± 3.35 [-2.61 – 0.61]	-1.301	0.210	0.227
RPQ-Cognitive	7.5 ± 2.96	5.58 ± 3.15	-1.68 ± 2.47 [-2.88 – -0.49]	-2.968	0.008	0.628
Kinesiophobia						
TSK-13-Total (13-52)	36.55 ± 7.51	31.89 ± 8.8	-5 ± 6.86 [-8.31 – -1.69]	-3.175	0.005	0.570
TSK-Somatic focus	14.6 ± 3.79	12.47 ± 3.78	-1.95 ± 3.19 [-3.48 – -0.41]	-2.662	0.016	0.563
TSK-Activity avoidance	21.95 ± 4.77	19.42 ± 5.42	-3.05 ± 4.18 [-5.07 – -1.04]	-3.181	0.005	0.541
Mood						
HADS-Total (0-42)	19.90 ± 9.59	17 ± 9.66	-2.79 ± 6.21 [-5.78 – 0.20]	-1.959	0.066	0.301
HADS-Anxiety	11.15 ± 4.70	9.47 ± 4.54	-1.53 ± 3.01 [-2.98 – -0.08]	-2.212	0.040	0.364
HADS-Depression	8.75 ± 5.17	7.53 ± 5.56	-1.26 ± 3.75 [-3.07 – 0.55]	-1.466	0.160	0.227
Sleep						
PSQI-Total (0-21)	10.5 ± 4.24	8.63 ± 4.21	-1.42 ± 3.19 [-2.96 – 0.11]	-1.944	0.067	0.443
Fatigue						
MFI-Total (20-100)	48.65 ± 9.02	38.16 ± 11.21	-10.21 ± 10.20 [-15.12 – -5.30]	-4.365	<0.001	1.031
MFI-General	16.85 ± 2.58	13.53 ± 3.84	-3.16 ± 3.22 [-4.71 – -1.61]	-4.276	<0.001	1.015
MFI-Physical	14.95 ± 3.05	12.16 ± 4.18	-2.84 ± 3.27 [-4.42 – -1.27]	-3.787	<0.001	0.763
MFI-Mental	15.3 ± 3.51	13.42 ± 4.4	-1.68 ± 3.15 [-3.20 – -0.17]	-2.333	0.032	0.472
MFI-Emotional	13.25 ± 3.71	9.53 ± 4.9	-3.68 ± 4.57 [-5.89 – -1.48]	-3.513	0.003	0.856
MFI-Vigor	11.7 ± 3.37	10.47 ± 4.75	-1.16 ± 3.52 [-2.85 – 0.54]	-1.435	0.168	0.299
Health-Related Quality of Life						

QOLIBRI-Total (0-100)	55.54 ± 17.16	67.11 ± 17.94	10.58 ± 13.35 [4.15 – 3.456 17.02]	0.003	0.660
QOLIBRI-Cognition	18.1 ± 6.23	22.16 ± 7	3.68 ± 4.70 [1.42 – 5.95]	3.414	0.296 0.613
QOLIBRI-Self perception	17.2 ± 6.47	22.68 ± 7.48	5.26 ± 7.29 [1.75 – 8.78]	3.148	0.006 0.784
QOLIBRI-Life satisfaction	19.9 ± 6.05	24.68 ± 7.35	4.37 ± 5.98 [1.48 – 7.25]	3.182	0.005 0.710
QOLIBRI-Relation	19.75 ± 6.15	22.89 ± 5.25	2.84 ± 4.66 [0.60 – 5.09]	2.659	0.039 0.549
QOLIBRI-Emotion	14.45 ± 5.72	16.16 ± 5.08	1.63 ± 3.48 [-0.05 – 3.31]	2.041	0.056 0.316
QOLIBRI-Physical	13.35 ± 4.66	15.58 ± 4.9	1.79 ± 3.43 [0.14 – 3.44]	2.277	0.002 0.466

Notes: **Bold** represents statistical significance; RPQ = Rivermead Post-Concussion Symptom Questionnaire; TSK-13 = Tampa Kinesiophobia Scale; HADS – Hospital Anxiety and Depression Scale; PSQI = Pittsburgh Sleep Quality Inventory; MFI = Multidimensional Fatigue Inventory; QOLIBRI= Quality of Life after Brain Injury; CI = Confidence Interval.

Additionally, the participants reported improved self-efficacy related to persisting post-concussion symptoms management and PA. They learned more about mTBI, its associated symptoms, the general health benefits of PA and how PA could specifically help improve their mTBI. They reported an increased sense that PA could be beneficial in managing their persisting symptoms and felt that, sometimes, a single walk made them feel better. Helped by the research assistants, participants felt supported to engage in a reflective process about themselves, their physical capacities, symptoms status, PA goals, and self-management skills of symptoms (e.g., energy level, pain). They felt they had a better balance in their lives because the intervention provided structure to their day, contributing to improved personal time management. They felt overall positive impacts on motivation, self-esteem, self-confidence, enjoyment, and well-being due to the walking intervention.

4.4.5 Discussion

This paper reports on a remotely delivered 8-week progressive walking intervention for adults with persisting symptoms of a mTBI. The results showed the intervention was feasible, safe, and acceptable by adults waiting to receive outpatient rehabilitation. It thus contributes to emerging telehealth approaches for use with individuals with a mTBI (Chrisman et al., 2021; McPherson et al., 2022).

The results suggest the intervention meets the needs of adults with a mTBI because participants were heavily engaged in the intervention. Indeed, they reported being satisfied with all its components and shared they would have liked to have received it earlier in their recovery process. Moreover, there were no drop-outs, and the adherence was similar to that found for other PA interventions (Chin et al., 2015; Weinstein et al., 2017), and higher than most interventions delivered to individuals with a mTBI (Imhoff et al., 2017; Blake et Batson, 2009; Kleffelgaard et al., 2016, 2019; Leddy et al., 2019). Most studies about PA intervention for individuals with a mTBI do not even report adherence (Alarie et al., 2021).

Why the participants were so appreciative of the intervention remains somewhat unclear. We hypothesise that the type of PA offered (i.e., low intensity PA in a progressive manner) was

probably very appropriate for the participants who were found to have PA levels below those recommended by the Canadian Physical Activity Guidelines (e.g., 150 minutes of moderate to vigorous aerobic PA per week) (Tremblay et al., 2011). Following the intervention, their weekly steps walked, and the daily average steps walked approached numbers similar to those of healthy individuals (Chu et al., 2017). Walking, or moving around, is essential to participation in real life situations in community, social and civic life, and appears to be non-threatening PA for adults who are slow to recover from a mTBI. However, it remains unclear if walking will remain an activity of choice outside of a pandemic context.

Perhaps the participants appreciated the intervention because the research assistants provided motivational support using behavioral change techniques improving participants' motivation and self-efficacy to be more active (Michie et al., 2013). Contained in weekly telehealth sessions of less than 30 minutes, we provided information about PA and their mTBI, helped with goal setting and action planning, provided feedback on behaviour, thus supporting self-monitoring and habit formation to help participants walk more. Little is known about self-efficacy concerning PA among adults with a concussion, however evidence suggests that self-efficacy of self-management behaviours influences participation, life satisfaction and health-related quality of life in persons with newly acquired brain injury, including TBI (Cicerone et Azulay, 2007). Moreover, Gagnon et al. (2005), found that self-efficacy about PA in children was reduced after a concussion. In our recent scoping review of PA interventions for individuals with a mTBI, only about 22% of studies (n=8/35) on interventions for individuals with a mTBI reported using motivational support in conjunction with a PA intervention (Alarie et al., 2021). Our study suggests the importance of providing motivational strategies when delivering a PA intervention to adults with a mTBI.

It is conceivable that participants appreciated the intervention simply because they felt better. In fact, they reported reduced persisting post-concussion symptoms, several improved health-related outcomes, and their quality of life. Interestingly, using a mixed methods design allowed identification of some divergent results between self-reported questionnaires and participant experiences. For example, participants subjectively reported improved sleep following the intervention, but changes in the PSQI questionnaire total scores did not differ significantly.

Also, some reported pain reduction, while others felt they improved their physical fitness and even lost weight. Since walking is an aerobic PA performed at an intensity typically lower than most existing approaches offered to individuals with a mTBI (Alarie et al., 2021), this suggests that the mechanisms underlying improvements in persisting symptoms may not only be related to physiological effects driven by more intense aerobic exercises (e.g., jogging, biking, running), but also about doing exercise itself, an activity often considered pleasurable and associated with leisure-time activity. Given the lack of a control group in this feasibility study, we cannot presume the improvement in symptom status and health-related outcomes are solely related to the PA intervention.

In terms of safety, although participants reported symptom exacerbations after some walking, they reported symptoms resolved by themselves, and no one wanted to drop-out or stop walking because of this. This suggests the walking intervention is no less safe than other PA interventions for individuals with a mTBI, which often report temporary increase in post-concussion symptoms because of exercising (Leddy et al., 2010; Kleffelgaard et al., 2016; Chrisman et al., 2019, 2021).

4.4.5.1 Clinical implications

Although the intervention was deemed beneficial, feasible and safe, there were some challenges. First, the rescheduling of telehealth sessions was resource intensive. Because most of these participants were not working or at school at the time, we were often able to reschedule appointments during weekdays, but sometimes scheduling was only possible in the evening and weekends. This could be a challenge when delivering this intervention in either a public or private healthcare setting. Also, the Fitbit watches required troubleshooting by the research assistants throughout the intervention. Before delivering this intervention, research assistants were trained and became familiar with the most common functions on the Fitbit and with its application. This training proved essential as it ensured research assistants could answer most questions and provide technical support. Since participants were not convinced the watches were able to accurately record their PA, extra time was required to teach participants about how the Fitbit detects steps (how it works). Third, although the walking logs were completed almost

70% of the time, their completeness was greatly variable. This made using the walking logs difficult during the intervention to inform walking progression and made it challenging to perform statistical analysis. As some participants reported the walking log to be helpful for self-monitoring progress, and because research assistants needed a measurement of steps to inform future progression, in future research, we recommend dropping the participant Word-based walking log and using only the Fitbit application as the walking log. Indeed, the application has a built-in detailed log that automatically records the daily step count, the frequency, duration, and type of PA, and has the options for recording extra notes by the participants. For example, with the Fitbit, they could note symptom status before and after a walk, or other PA. Additionally, ecological momentary assessments such as sending text messages, or emails containing questions about their symptom status or their perceived effort at planned or random times, could be used to reduce recall bias and improve ecological validity (Shiffman et al., 2008). The walking log may be helpful clinically to support self-management of PA and symptoms.

Despite these challenges, this intervention appears to be a promising relatively low-cost approach to promote participation, reduce post-concussion symptoms and improve health-related outcomes among adults with a mTBI. However, we do not know if the changes in health-related outcomes measured with the standardized questionnaires met the minimal clinically important difference because of the lack of consensus about this metric for the instruments when used with adults with a mTBI. Nonetheless, this intervention could be helpful to gradually increase PA level of individuals less active than most, potentially deconditioned and who may want to avoid PA. This telehealth approach can be used to deliver a PA intervention to individuals that cannot access gym equipment, live in remote areas or as a starting point for individuals that experience kinesiophobia (e.g., fear-avoidant). The suggestions gathered during the interviews with our participants about including other modalities, lengthening the intervention, and reinforcing the personalization of the intervention could help further tailor the intervention to needs of adults with a mTBI. Considerations of these recommendations when adapting or implementing this intervention as part of outpatient rehabilitation services is warranted.

4.4.5.1 Limitation and future directions

The results of this study should be interpreted with caution due to some limitations. First, although the Fitbit technology is valid to measure steps while walking (26), it is somewhat challenging to use step counts when it is worn during a 24-hour period. Participants often shared their concerns about the accuracy of the watch to measure steps while they performed other activities reinforcing that the Fitbit technology may have accuracy issues in “free-living settings” (Feehan et al., 2018). Second, the study is at risk for selection bias. Participants were consecutively recruited in a non probabilistic manner from different waitlists and about 50% of those contacted declined to participate. Study participants may have been more motivated than most and thus not be representative of the heterogeneous adult population of persons with mTBI. Although the sample comprised mostly of women (80%) differs from those included in a scoping review of studies on PA for individuals with a mTBI (7), these results could contribute to better understanding the perspectives of women with a mTBI participating in a PA intervention. The small sample and the wide range in time since injury (i.e., heterogeneity) limit the generalizability of the findings. The range of time since injury, however, represents the clinical reality of TBI specialized programs involved in our study and highlights that a telehealth PA intervention is a promising approach for individuals with different times since injury. Third, neither participants or research assistants were blinded to the intervention which may have influenced reporting of symptoms, and outcome measurements. To minimize this bias, the research assistants were trained, and they repeatedly informed the participants that the main objective of the study was to determine the feasibility and that criticism and transparency about the intervention was important. Fourth, we cannot draw conclusions about the intervention’s effectiveness on health-related outcomes due to the lack of a control group and because of the health services most participants received either from their doctors, their allied or alternative health professionals. No participant received another PA intervention. Furthermore, we cannot conclude whether improvements reported by participants are maintained over time because of the lack of follow-up measures. A future randomized controlled trial including longer term follow-up measures could determine the extent to which this telehealth PA intervention influences post-concussion symptoms, health-related outcomes, and quality of life.

4.4.6 Conclusion

A telehealth progressive walking intervention for adults with persisting symptoms of a concussion is feasible, safe, and acceptable. Participants of the intervention were highly satisfied and provided recommendations to improve the walking intervention. An 8-week walking intervention may be appropriate to integrate into the management of adults with an mTBI. More controlled research with lower risks of bias is warranted in the future to determine the effectiveness of this intervention to increase PA and to evaluate its effects on health-related outcomes.

4.4.7 References

- Alarie, C., Gagnon, I., Quilico, E., Teel, E. et Swaine, B. (2021). Physical activity interventions for individuals with a mild traumatic brain injury: A scoping review. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 36(3), 205-223. <https://doi.org/10.1097/htr.0000000000000639>
- Bellon, K., Kolakowsky-Hayner, S., Wright, J., Huie, H., Toda, K., Bushnik, T. et Englander, J. (2015). A home-based walking study to ameliorate perceived stress and depressive symptoms in people with a traumatic brain injury. *Brain Injury*, 29(3), 313-319. <https://doi.org/10.3109/02699052.2014.974670>
- Bezherano, I., Haider, M. N., Willer, B. S. et Leddy, J. J. (2021). Practical management: prescribing subsymptom threshold aerobic exercise for sport-related concussion in the outpatient setting. *Clin Journal of Sport Medicine*, 31(5), 465-468. <https://doi.org/10.1097/jsm.0000000000000809>
- Blake, H. et Batson, M. (2009). Exercise intervention in brain injury: A pilot randomized study of Tai Chi Qigong. *Clinical Rehabilitation*, 23(7), 589-598. <https://doi.org/10.1177/0269215508101736>
- Borg, G. A. V. (1998). Borg's Rating of Perceived Exertion and Pain Scales. *Human Kinetics*.
- Chan, C., Iverson, G. L., Purtzki, J., Wong, K., Kwan, V., Gagnon, I. et Silverberg, N. D. (2018). Safety of Active Rehabilitation for Persistent Symptoms After Pediatric Sport-Related Concussion: A Randomized Controlled Trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 99(2), 242-249. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2017.09.108>
- Chin, L. M., Chan, L., Woolstenhulme, J. G., Christensen, E. J., Shenouda, C. N. et Keyser, R. E. (2015). Improved cardiorespiratory fitness with aerobic exercise training in individuals with traumatic brain injury. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 30(6), 382. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2014.11.009>
- Chrisman, S. P. D., Mendoza, J. A., Zhou, C., Palermo, T. M., Gogue-Garcia, T., Janz, K. F. et Rivara, F. P. (2021). Pilot study of telehealth delivered rehabilitative exercise for youth with concussion: the Mobile Subthreshold Exercise Program (MSTEP). *Frontiers in Pediatrics*, 9, 237. <https://doi.org/10.3389/fped.2021.645814>

- Chrisman, S. P. D., Whitlock, K. B., Mendoza, J. A., Burton, M. S., Somers, E., Hsu, A., Fay, L., Palermo, T. M. et Rivara, F. P. (2019). Pilot randomized controlled trial of an exercise program requiring minimal in-person visits for youth with persistent sport-related concussion. *Frontiers in Neurology*, *10*, 623.
<http://dx.doi.org/10.3389/fneur.2019.00623>
- Chu, A. H., Ng, S. H., Paknezhad, M., Gauterin, A., Koh, D., Brown, M. S. et Müller-Riemenschneider, F. (2017). Comparison of wrist-worn Fitbit Flex and waist-worn ActiGraph for measuring steps in free-living adults. *PLOS ONE*, *12*(2), e0172535.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0172535>
- Cicerone, K. D. et Azulay, J. (2007). Perceived self-efficacy and life satisfaction after traumatic brain injury. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*, *22*(5).
<https://doi.org/10.1097/01.HTR.0000290970.56130.81>
- Cooksley, R., Maguire, E., Lannin, N. A., Unsworth, C. A., Farquhar, M., Galea, C., Mitra, B. et Schmidt, J. (2018). Persistent symptoms and activity changes three months after mild traumatic brain injury. *Australian Occupational Therapy Journal*, *65*(3), 168-175.
<https://doi.org/10.1111/1440-1630.12457>
- Eapen, B. C., Bowles, A. O., Sall, J., Lang, A. E., Hoppes, C. W., Stout, K. C., Kretzmer, T. et Cifu, D. X. (2022). The management and rehabilitation of post-acute mild traumatic brain injury. *Brain Injury*, 1-10. <https://doi.org/10.1080/02699052.2022.2033848>
- Edmonds, W. A. et Kennedy, T. D. (2017). Convergent parrallel approach Dans W.A. Edmonds, et T. D. Kennedy. *An applied guide to research designs: quantitative, qualitative, and mixed methods*. (2^e éd.). SAGE Publications.
<https://doi.org/10.4135/9781071802779>
- Feehan, L. M., Geldman, J., Sayre, E. C., Park, C., Ezzat, A. M., Yoo, J. Y., Hamilton, C. B. et Li, L. C. (2018). Accuracy of Fitbit devices: Systematic review and narrative syntheses of quantitative data. *JMIR Medical mHealth uHealth*, *6*(8), e10527.
<https://doi.org/10.2196/10527>
- Fichtenberg, N. L., Putnam, S. H., Mann, N. R., Zafonte, R. D. et Millard, A. E. (2001). Insomnia screening in postacute traumatic brain injury: utility and validity of the

- Pittsburgh Sleep Quality Index. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 80(5). <https://doi.org/10.1097/00002060-200105000-00003>
- Fillion, L., G elinas, C., Simard, S., Savard, J. et Gagnon, P. (2003). Validation evidence for the French Canadian adaptation of the Multidimensional Fatigue Inventory as a measure of cancer-related fatigue. *Cancer Nursing*, 26(2), 143-154. <https://doi.org/10.1097/00002820-200304000-00008>
- Fineblit, S., Selci, E., Loewen, H., Ellis, M. et Russell, K. (2016). Health-related quality of life after pediatric mild traumatic brain injury/concussion: A systematic review. *Journal of Neurotrauma*, 33(17), 1561-1568. <https://doi.org/10.1089/neu.2015.4292>
- Fulk, G. D., Combs, S. A., Danks, K. A., Nirider, C. D., Raja, B. et Reisman, D. S. (2014). Accuracy of 2 activity monitors in detecting steps in people with stroke and traumatic brain injury. *Physical therapy*, 94(2), 222-229. <https://doi.org/10.2522/ptj.20120525>
- Gagnon, I., Swaine, B., Friedman, D. et Forget, R. (2005). Exploring children's self-efficacy related to physical activity performance after a mild traumatic brain injury. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 20(5), 436-449. https://journals.lww.com/headtraumarehab/Fulltext/2005/09000/Exploring_Children_s_Self_efficacy_Related_to.5.aspx
- Haider, M. N., Bezherano, I., Wertheimer, A., Siddiqui, A. H., Horn, E. C., Willer, B. S. et Leddy, J. J. (2020). Exercise for sport-related concussion and persistent postconcussive symptoms. *Sports Health*, 13(2), 154-160. <https://doi.org/10.1177/1941738120946015>
- Imhoff, S., Fait, P., Carrier-Toutant, F. et Genevi eve, B. (2017). Efficiency of an active rehabilitation intervention in a slow-to-recover paediatric population following a sport-related concussion. *British Journal of Sports Medicine*, 51(11), A85-A85. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-097270.220>
- King, N. S., Crawford, S., Wenden, F. J., Moss, N. E. G. et Wade, D. T. (1995). The Rivermead Post Concussion Symptoms Questionnaire: a measure of symptoms commonly experienced after head injury and its reliability. *Journal of Neurology*, 242(9), 587-592. <https://doi.org/10.1007/BF00868811>
- Kleffelgaard, I., Soberg, H. L., Bruusgaard, K. A., Tamber, A. L. et Langhammer, B. (2016). Vestibular rehabilitation after traumatic brain injury: Case series. *Physical Therapy*, 96(6), 839-849. <https://doi.org/10.2522/ptj.20150095>

- Kleffelgaard, I., Soberg, H. L., Tamber, A.-L., Bruusgaard, K. A., Pripp, A. H., Sandhaug, M. et Langhammer, B. (2019). The effects of vestibular rehabilitation on dizziness and balance problems in patients after traumatic brain injury: A randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 33(1), 74-84. <https://doi.org/10.1177/0269215518791274>
- Kolakowsky-Hayner, S. A., Bellon, K., Toda, K., Bushnik, T., Wright, J., Isaac, L. et Englander, J. (2017). A randomised control trial of walking to ameliorate brain injury fatigue: a NIDRR TBI model system centre-based study. *Neuropsychological Rehabilitation*, 27(7), 1002-1018. <https://doi.org/10.1080/09602011.2016.1229680>
- Lal, A., Kolakowsky-Hayner, S. A., Ghajar, J. et Balamane, M. (2018). The Effect of Physical Exercise After a Concussion: A Systematic Review and Meta-analysis. *American Journal of Sports Medicine*, 46(3), 743-752. <https://doi.org/10.1177/0363546517706137>
- Langevin, P., Frémont, P., Fait, P., Dubé, M.-O., Bertrand-Charette, M. et Roy, J.-S. (2020). Aerobic exercise for sport-related concussion: A systematic review and meta-analysis. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 52(12), 2491-2499. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000002402>
- Leddy, J. J., Baker, J. G., Kozlowski, K., Bisson, L. et Willer, B. (2011). Reliability of a graded exercise test for assessing recovery from concussion. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 21(2), 89-94. <https://doi.org/10.1097/JSM.0b013e3181fdc721>
- Leddy, J. J., Haider, M. N., Ellis, M. J., Mannix, R., Darling, S. R., Freitas, M. S., Suffoletto, H. N., Leiter, J., Cordingley, D. M. et Willer, B. (2019). Early subthreshold aerobic exercise for sport-related concussion: a randomized clinical trial. *JAMA Pediatrics*, 173(4), 319-325. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2018.4397>
- Leddy, J. J., Kozlowski, K., Donnelly, J. P., Pendergast, D. R., Epstein, L. H. et Willer, B. (2010). A preliminary study of subsymptom threshold exercise training for refractory post-concussion syndrome. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 20(1), 21-27. <https://doi.org/10.1097/JSM.0b013e3181c6c22c>
- McCrorry, P., Meeuwisse, W., Dvorak, J., Aubry, M., Bailes, J., Broglio, S., Cantu, R. C., Cassidy, D., Echemendia, R. J. et Castellani, R. J. J. B. j. o. s. m. (2017). Consensus statement on concussion in sport—the 5th international conference on concussion in

- sport held in Berlin, October 2016. *51*(11), 838-847.
<http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2017-097699>
- McPherson, J. I., Saleem, G. T., Haider, M. N., Leddy, J. J., Torres, D. et Willer, B. S. J. N. (2022). Development of a telehealth examination for sport-related concussion in the outpatient setting. *Neurology*, *98*(1 Supplement 1), S8-S9.
<https://doi.org/10.1212/01.wnl.0000801808.74733.1d>
- Mercier, L. J., Fung, T. S., Harris, A. D., Dukelow, S. P. et Debert, C. T. (2020). Improving symptom burden in adults with persistent post-concussive symptoms: a randomized aerobic exercise trial protocol. *BMC Neurology*. <https://doi.org/10.1186/s12883-020-1622-x>
- Mercier, L. J., Kowalski, K., Fung, T. S., Joyce, J. M., Yeates, K. O. et Debert, C. T. (2021). Characterizing physical activity and sedentary behavior in adults with persistent postconcussive symptoms after mild traumatic brain injury. *Archives of Physical Medicine Rehabilitation*, *102*(10), 1918-1925.e1911.
<https://doi.org/10.1016/j.apmr.2021.05.002>
- Michie, S., Richardson, M., Johnston, M., Abraham, C., Francis, J., Hardeman, W., Eccles, M. P., Cane, J. et Wood, C. E. (2013). The behavior change technique taxonomy (v1) of 93 hierarchically clustered techniques: building an international consensus for the reporting of behavior change interventions. *Annals of Behavioral Medicine*, *46*(1), 81-95. <https://doi.org/10.1007/s12160-013-9486-6>
- Miles, M. B., Huberman, A. M. et Saldaña, J. (2014). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook*. (3e éd.) Sage publications.
- Moore, B. M., Adams, J. T. et Barakatt, E. (2016). Outcomes following a vestibular rehabilitation and aerobic training program to address persistent post-concussion symptoms an exploratory study. *Journal of Allied Health*, *45*(4), 59E-68E.
- Ontario Neurotrauma Foundation (ONF). (2018). *Guideline for concussion/mild traumatic brain injury & persistent symptoms, 3rd edition, for adults over 18 years of age*.
<http://braininjuryguidelines.org/concussion/index.php?id=1>
- Perroux, M., Lefebvre, H., Levert, M.-J. et Malo, D. (2013). Besoins perçus et participation sociale des personnes ayant un traumatisme crânien léger. *Santé Publique*, *25*(6), 728.
[/https://doi.org/10.3917/spub.136.0719](https://doi.org/10.3917/spub.136.0719)

- Ponsford, J. L., Ziino, C., Parcell, D. L., Shekleton, J. A., Roper, M., Redman, J. R., Phipps-Nelson, J. et Rajaratnam, S. M. (2012). Fatigue and sleep disturbance following traumatic brain injury—their nature, causes, and potential treatments. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 27(3), 224-233.
<https://doi.org/10.1097/HTR.0b013e31824ee1a8>
- Roberge, P., Doré, I., Menear, M., Chartrand, É., Ciampi, A., Duhoux, A. et Fournier, L. (2013). A psychometric evaluation of the French Canadian version of the Hospital Anxiety and Depression Scale in a large primary care population. *Journal of Affective Disorders*, 147(1-3), 171-179. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2012.10.029>
- Rosenthal, R. (1994). Parametric measures of effect size. Dans H. Cooper, et L. Hedges, *The handbook of research synthesis* (vol. 621, p. 231-244). Russel Sage Foundation
- Shiffman S., Stone A.A., Hufford M.R. (2008). Ecological momentary assessment. *Annual Review of Clinical Psychology*, 4,1-32.
<http://doi.org/10.1146/annurev.clinpsy.3.022806.091415>.
- Silverberg, N. et Cassetta, B. (2019). Correlates of fear avoidance behavior after mild traumatic brain injury. *Archives of Physical Medicine Rehabilitation*, 100(12), e172.
<https://doi.org/10.1016/j.apmr.2019.10.029>
- Silverberg, N. D., Panenka, W. J. et Iverson, G. L. (2018). Fear avoidance and clinical outcomes from mild traumatic brain injury. *Journal of Neurotrauma*, 35(16), 1864-1873. <https://doi.org/10.1089/neu.2018.5662>
- Slade, S. C., Dionne, C. E., Underwood, M. et Buchbinder, R. (2016). Consensus on exercise reporting template (CERT): explanation and elaboration statement. *British Journal of Sports Medicine*, 50(23), 1228-1437). <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096651>
- Tremblay, M. S., Warburton, D. E., Janssen, I., Paterson, D. H., Latimer, A. E., Rhodes, R. E., Kho, M. E., Hicks, A., LeBlanc, A. G. et Zehr, L. (2011). New Canadian physical activity guidelines. *Journal of Applied Physiology, Nutrition, Metabolism*, 36(1), 36-46. <https://doi.org/10.1139/H11-009>
- von Steinbüchel, N., Wilson, L., Gibbons, H., Hawthorne, G., Höfer, S., Schmidt, S., Bullinger, M., Maas, A., Neugebauer, E., Powell, J., von Wild, K., Zitnay, G., Bakx, W., Christensen, A.-L., Koskinen, S., Sarajuuri, J., Formisano, R., Sasse, N. et Truelle, J.-L. (2010). Quality of life after brain injury (qolibri): Scale development and metric

properties. *Journal of Neurotrauma*, 27(7), 1167-1185.

<https://doi.org/10.1089/neu.2009.1076>

Voormolen, D. C., Polinder, S., Von Steinbuechel, N., Vos, P. E., Cnossen, M. C. et Haagsma, J. A. (2019). The association between post-concussion symptoms and health-related quality of life in patients with mild traumatic brain injury. *Injury*, 50(5), 1068-1074.

<https://doi.org/10.1016/j.injury.2018.12.002>

Weinstein, A. A., Chin, L. M., Collins, J., Goel, D., Keyser, R. E. et Chan, L. (2017). Effect of aerobic exercise training on mood in people with traumatic brain injury: A pilot study. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 32(3), E49.

<https://doi.org/10.1097/HTR.0000000000000253>

Wijenberg, M. L. M., Stapert, S. Z., Verbunt, J. A., Ponsford, J. L. et Van Heugten, C. M. (2017). Does the fear avoidance model explain persistent symptoms after traumatic brain injury? *Brain Injury*, 31(12), 1597-1604.

<https://doi.org/10.1080/02699052.2017.1366551>

World Health Organization (WHO). (2001). *International classification of functioning, disability and health: ICF*. World Health Organization.

<https://www.who.int/classifications/international-classification-of-functioning-disability-and-health#:~:text=The%20International%20Classification%20of%20Functioning%2C%20Disability%20and%20Health%2C,ICF%20also%20includes%20a%20list%20of%20environmental%20factor>

Supplementary Material 1: Characteristics of the remote progressive walking intervention using the Consensus on Exercise Reporting Template (CERT) checklist.

Section	Intervention Characteristic
What: Materials	
1. Description of the type of exercise equipment	Requirements for participants: <ul style="list-style-type: none"> - Computer, intelligent phone or tablet with a webcam, microphone, and Bluetooth. - Email address - Shoes for outdoor walking Requirements for service provider: <ul style="list-style-type: none"> - Fitbit Inspire 2 watch activity monitor <ul style="list-style-type: none"> o Online Fitbit application account - Zoom licence - Computer
Who: Provider	
2. Description of the qualifications, expertise and/or training	Research assistants*: <ul style="list-style-type: none"> - 1 Kinesiologist, doctoral student - 1 Occupational therapist, master’s degree student - 1 Occupational therapist, undergraduate student - 1 Athletic therapist, undergraduate student <p><i>*All research assistants received ongoing supervision by the senior scientist (BS) and participated in a 20-hour training period where they learned about the research protocol, questionnaires administration, communication with research participants, Fitbit handling, data collection and quality control, intervention and interviewing.</i></p>
How: Delivery	
3. Describe if exercises are performed individually or in a group	The walking intervention was delivered individually. <ul style="list-style-type: none"> - Participant, however, was free to walk individually or with peers (e.g., family, friends). - Participant had no contact with other participants.

4. Describe whether exercises are supervised or unsupervised	<p>The progressive walking is supervised:</p> <ul style="list-style-type: none"> - The participants performed their walks unsupervised. - Weekly telehealth sessions were performed during which research assistants supervised progression and adjusted steps goals if needed.
5. Description of how adherence to exercise is measured and reported	<p>Adherence was based on attendance to the 10 telehealth sessions required to initiate and complete the progressive walking intervention:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1 initial session to explain how the Fitbit monitor works and start the baseline. - 1 session for questionnaire administration and launch of the 8-week intervention. - 7 weekly telehealth sessions - 1 session for outcome measurement and perceptions about satisfaction of intervention at the end of the 8-week intervention
6. Detailed description of motivational strategies	<p>Motivational strategies* included were:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Goal setting, action planning, review goals, discrepancy between current behaviour and goals, behavioural contracts. - Feedback on behaviour, self-monitoring of behaviour and outcomes, feedback on the outcome of behaviour. - Social support. - Shaping knowledge about physical activity and mTBI, behavioural experiments. - Habit formation, graded tasks. <p><i>*We used Michie et al., 2013 behavioral change technique taxonomy to structure included motivational strategy.</i></p>
7a. Description of the decision rule(s) for determining exercise progression	<p>Participants aimed to increase their total number of weekly steps by 40% more than the total steps walked during the week of baseline at the end of the 8-week intervention. Research assistants calculated the progression for each participant and suggested each week an increase of 5% of the number of baseline weekly steps.</p>
7b. Description of how the exercise program was progressed	<p>Participants and their research assistant worked together weekly to set and achieve weekly walking goals*:</p> <ul style="list-style-type: none"> - If the participant did not achieve his or her weekly objective, a new objective suitable for the following week was determined with the participant.

	<ul style="list-style-type: none"> - If the participant achieved his or her weekly objective of 5%, a new objective for next week (i.e., an increase of 5% of the step count of the baseline weekly step was suggested. - Participant attaining $\geq 40\%$ of the baseline weekly steps, no higher goal was suggested. <p><i>* Participants often used not only steps, but minutes of walking, distances, frequencies to help them set their own goals.</i></p>
8. Description of each exercise to enable replication	Walking was the only type of physical activity.
9. Description of any home programme component	The progressive walking intervention is a home program and includes no other exercise component than walking.
10. Description of any non-exercise components	Participants had to wear their Fitbit monitor at all times except when they bathed or charged their watch.
11. Describe the type and number of adverse events that occurred	<p>Minor adverse events*:</p> <ul style="list-style-type: none"> - A fall: An unexpected event leading to the participant falling during walking. (n=0) - A new injury: A musculoskeletal injury that occurs while the person was walking and is judged to be minor by the assessor (e.g., ankle sprain, knee sprain). (n=2) - Sustained increase in post-concussion symptoms: A sudden and sustained increase in post-concussion symptoms that occurs during or following a period of walking or PA. (n=19) <p>Major adverse event:</p> <ul style="list-style-type: none"> - A new injury: A concussion or musculoskeletal injury that occurs when the individual is performing a more challenging period of walking or PA and is deemed majors by the research team (e.g., a fracture). (n=0) - An emergency room visit: An injury or event resulting from a period of walking or other PA that requires an emergency room visit (n=0)
Where: Location	
12. Describe the setting in which the exercises are performed	Some individuals walked inside (treadmill) and most outside (e.g., parks, streets, woody area).

13. Description of the exercise intervention	<p>A normal telehealth session unfolded as follows (less than 30 minutes):</p> <ul style="list-style-type: none"> - At the beginning of each session participants were asked to send in their walking log. - The participant synchronized his Fitbit monitor with the Fitbit application, allowing the research assistant to access steps data. - Research assistants and participants discussed the number of steps, if they reached their goals, what facilitated or obstructed walking, planned new goals for the upcoming week and envisaged potential facilitators and obstacles to newly form walking goals. - Research assistant confirmed the participant next appointment, sent by email an updated walking log with the new weekly goals.
Tailoring: what, how	
14a. Describe whether the exercises are generic or tailored	The type of exercise is walking, and it is generic.
14b. Description of how exercises are tailored to the individual	N/A
15. Describe the decision rule for determining the starting level	<p>The number of steps to walk set for the first week of the intervention is based on an increase of 5% of a participant total number of steps walked during a 1-week baseline.</p> <ul style="list-style-type: none"> - For example, a participant walking a total of 33,131 steps during baseline would have to walk a total 34,788 steps during the first week (5% = 1656 steps).
How well planned: actual	
16a. Describe how adherence or fidelity to the intervention protocol is assessed/measured	<p>This feasibility study reports on several feasibility measures:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Adherence to the intervention - Telehealth outcomes - Safety - Acceptability - Exploratory outcomes
16b. Describe the extent to which the intervention was delivered as planned	Results about the feasibility can inform the extent to which the intervention was planned (please see the results section).

Supplementary Material 2: Progressive Walking Intervention in a Telehealth Setting for Adults Experiencing Persistent Symptoms of a mTBI satisfaction questionnaire

Satisfaction Questionnaire

Please indicate your level of agreement with the following statements:

	Strongly agree=5	Agree=4	Neither agree or disagree=3	Disagree=2	Strongly disagree=1
Intervention					
1. The progressive walking intervention is overall satisfying.					
2. The duration of the progressive walking intervention is adequate.					
3. The duration of the meetings with the evaluator is adequate.					
4. The weekly step progression is adequate.					
5. The progressive walking intervention is safe.					
6. The technical support given by the evaluator during the progressive walking intervention is sufficient.					
7. The motivational support given by the evaluator during the progressive walking intervention is sufficient.					
Telehealth					
8. It is easy for me to connect to the online Zoom meetings with the evaluator.					
9. The audio and video quality during the meetings is good.					
10. The internet connection during the meetings with the evaluator is good.					
Equipment					
11. The physical activity monitor (Fitbit watch) is easy to use.					
12. The physical activity monitor is reliable to record data (number of steps).					
Impact of Intervention					
13. I increased my level of physical activity because of the progressive walking intervention.					
14. I reached my walking goals during the intervention.					
15. I experienced negative impacts from the intervention.					
16. I experienced positive impacts from the intervention.					
Overall satisfaction					
17. I would recommend this intervention to another adult experiencing persistent symptoms following a mTBI.					

Chapitre 5 – Discussion

Cette thèse contribue à l'avancement des connaissances scientifiques dans le domaine de la réadaptation des adultes ayant subi un traumatisme craniocérébral léger (TCCL). Les nouvelles connaissances générées par les travaux de cette thèse ont le potentiel d'influencer positivement la prise en charge des adultes ayant des symptômes post-commotionnels persistants. Pour faciliter la compréhension de l'apport global de la thèse au domaine de la réadaptation des adultes qui ont subi un TCCL, ce chapitre débute avec un retour succinct sur les résultats principaux de chaque article. Il se poursuit avec une discussion détaillée de constats et de principales contributions scientifiques de la thèse pour le domaine de la réadaptation, incluant les retombées cliniques potentielles. Puis, les limites et les forces méthodologiques de la thèse ainsi que les pistes pour de futurs travaux dans ce champ de la recherche sont abordées à la fin.

5.1 Retour sur les principaux résultats de la thèse

L'objectif principal de cette thèse était de développer une intervention en activité physique (AP) en télésanté qui pourrait ultimement être offerte à des adultes usagers de services de réadaptation spécialisés en gestion des symptômes post-commotionnels persistants à la suite d'un TCCL. Plus spécifiquement, les objectifs de cette thèse étaient : 1) d'identifier les composantes essentielles des interventions en AP décrites dans les écrits scientifiques ainsi que par des experts cliniques québécois, et 2) de développer et mettre à l'essai une intervention en AP offert en télésanté destinée à des adultes ayant des symptômes persistants d'un TCCL.

Les deux premiers projets de la thèse ont été réalisés pour décrire les caractéristiques des interventions en AP visant à améliorer la santé des personnes ayant subi un TCCL dans la littérature scientifique, la littérature grise et dans les programmes québécois offrant des services spécialisés à cette clientèle (sous-objectif 1). Parmi les 35 articles scientifiques et les 14 documents en provenance de la littérature grise recensés dans la revue de la portée (projet n° 1), cinq types d'interventions en AP destinées aux personnes de tous âges ayant des symptômes d'un TCCL ont été identifiés. De plus, ce projet a mis en évidence que les écrits contiennent peu d'informations quant aux paramètres de prescription d'exercices et qu'il y a une grande variabilité dans la façon dont les interventions en AP sont rapportées. Ces résultats

ont mis en lumière que les mesures des retombées des interventions en AP sur la santé portent surtout sur les symptômes post-commotionnels et les fonctions du corps, mais moins sur les activités, la participation et la qualité de vie. Les résultats de la revue de la portée ont démontré que les connaissances sur l'efficacité de l'AP reposent sur peu d'études de bonne qualité. En effet, seulement 13 articles comprenaient un groupe contrôle, dont 10 essais contrôlés randomisés. Six des 13 articles ont été jugés comme ayant une « bonne » qualité méthodologique en utilisant l'échelle de Downs et Black (1998). Les grilles de vérification CERT et PRISMA-SCR (pour les revues de la portée) ont facilité le développement du protocole de la revue de la portée de même que la réalisation de l'ensemble du projet. En effet, les grilles ont permis de structurer l'ensemble de l'article scientifique, incluant le développement de la stratégie de recherche, la façon de rapporter les résultats et la discussion de la revue de la portée. Les deux grilles ont été utilisées afin d'améliorer la transparence méthodologique et favoriser l'acquisition et l'utilisation des connaissances (Tricco et al., 2018).

Le sondage provincial (projet n° 2), quant à lui, a documenté les pratiques cliniques en lien avec l'AP dans 16 points de services spécialisés en réadaptation des adultes ayant subi un TCCL. Ce qui ressort de cette étude est que les cliniciens utilisent des approches innovantes et qu'elles sont offertes de façon très variable entre les points de services. Ces dernières visent généralement peu la diminution des symptômes, mais davantage l'amélioration de certaines fonctions organiques, de la qualité de vie et d'accroître la participation.

Le troisième projet de la thèse a été réalisé pour déterminer les perceptions de gestionnaires, de cliniciens et d'usagers par rapport à l'intervention en AP offerte aux adultes ayant des symptômes persistants d'un TCCL au sein du programme spécialisé en réadaptation des personnes avec un TCC du CCSMTL. Plus précisément, elle visait à identifier les forces, les faiblesses, les menaces et les opportunités de cette intervention. Pour ce faire, l'étude a utilisé un cadre d'analyse FFOM. Ses résultats ont permis d'identifier plusieurs forces, quelques faiblesses ainsi que des opportunités et des menaces à l'intervention en AP offerte au sein du CCSMTL. Les perceptions des participants de l'étude ont été regroupées en huit thèmes soit l'intervention en AP, les impacts sur la santé, l'expertise clinique, le transfert des connaissances, la communication, l'engagement des usagers, les ressources et l'accessibilité. L'intervention a

été considérée par les usagers et les fournisseurs de services comme étant peu claire. Également, les paramètres d'exercices de l'intervention étaient incompris et les participants avaient l'impression qu'ils étaient prescrits aléatoirement. Les résultats de cette étude permettent donc de mieux saisir les enjeux inhérents à proposer des interventions en AP dans le contexte d'un programme de réadaptation spécialisée pour les adultes vivant avec des symptômes persistants d'un TCCL. Ces résultats soulignent, une fois de plus, l'importance de développer ou de créer une intervention en AP bien documentée qui répondrait aux besoins des personnes ayant subi un TCCL.

L'objectif du quatrième projet était d'évaluer la faisabilité, la sécurité, l'acceptabilité d'une intervention progressive de marche offerte en télésanté auprès d'adultes ayant des symptômes persistants d'un TCCL et d'en explorer ses impacts sur la santé. Le devis de méthode mixte utilisé pour structurer cette étude a permis d'obtenir des résultats enrichis par les perspectives des participants de l'étude. Les résultats quantitatifs et qualitatifs de l'étude ont convergé pour démontrer que l'intervention était faisable, sécuritaire, acceptable et potentiellement bénéfique pour la santé auprès d'un groupe de 20 adultes vivant avec des symptômes persistants d'un TCCL. Les résultats démontrent que l'observance thérapeutique à l'intervention était très haute, que les problèmes avec les technologies utilisées étaient mineurs et qu'il y avait peu de divergence entre l'intervention prévue et celle réellement dispensée. De plus, les participants ont considéré l'intervention comme sécuritaire et ont vécu peu d'événements indésirables. Les participants ont partagé leur appréciation de l'intervention, mais ont tout de même émis certaines recommandations pour la bonifier. Finalement, les participants se sont sentis devenir plus actifs. Cette impression est appuyée par une augmentation significative du nombre de pas marchés chaque semaine des participants. Ces derniers ont rapporté qu'ils ressentaient moins de symptômes post-commotionnels, qu'ils avaient un plus haut sentiment d'auto-efficacité en lien avec l'AP et la gestion de leurs symptômes et de s'être sentis généralement mieux après l'intervention. Leurs perspectives vont dans le même sens que les résultats des analyses statistiques réalisées sur les mesures des symptômes post-commotionnels, la kinésiophobie, les symptômes d'anxiétés, la fatigue et la qualité de vie.

5.2 Principaux constats

5.2.1 Un grand nombre de façons d'offrir de l'AP

Les travaux de cette thèse visant à recueillir les informations nécessaires pour développer la nouvelle intervention en AP ont démontré qu'il existe de multiples façons d'offrir de l'AP à la clientèle adulte ayant subi un TCCL. Notamment, les différentes façons d'offrir de l'AP à cette population sont mises en lumière par les résultats de la recension des écrits, la documentation des pratiques cliniques du Québec et l'exploration des perspectives des fournisseurs de services et des usagers au CCSMTL. En effet, plus de cinq types d'interventions en AP ont été identifiés dans les écrits et chacun des programmes consultés offrait de l'AP à leur clientèle d'une manière unique. Les interventions qui comportaient plusieurs modalités thérapeutiques reliées à l'AP (p. ex. : exercices thérapeutiques vestibulaires, d'équilibre ou de coordination) étaient les plus nombreuses. Les autres interventions les plus populaires étaient ceux qui utilisaient de l'aérobie de façon progressive. Cette grande étendue de façons de faire en AP démontre la faisabilité d'offrir de l'AP à cette population, car cela suggère que c'est une modalité d'intervention valorisée par les experts cliniques et les chercheurs et qu'elle est probablement acceptée par les adultes ayant subi un TCCL. De plus, cela indique qu'il existe plusieurs moyens disponibles cliniquement pour aider les adultes ayant des symptômes d'un TCCL à faire de l'AP. L'éventail des pratiques cliniques décrit dans cette thèse pourrait soutenir les chercheurs, les décideurs ou les cliniciens souhaitant mettre en pratique de nouvelles approches d'AP et leur permettre d'en mesurer les effets sur la santé des adultes ayant subi un TCCL.

5.2.2 Des mesures et des objectifs distincts entre la recherche et la clinique

Les interventions en AP identifiées dans les écrits semblent prioriser davantage la diminution des symptômes persistants du TCCL que dans celles offertes dans les programmes spécialisés québécois. En effet, il est possible de constater que les experts cliniques s'intéressent davantage à la reprise des activités et de la participation, mais moins à la diminution des symptômes et à l'amélioration de certaines fonctions organiques. Or, dans les écrits scientifiques, les interventions s'intéressent surtout aux effets de l'AP sur les symptômes post-commotionnels. Ce constat a été rendu possible puisque les cibles des interventions en AP identifiées dans les écrits et dans les programmes spécialisés ont été documentées et classifiées en utilisant les

concepts et les catégories de la Classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé (CIF). Cet écart entre les effets les plus fréquemment mesurés dans les écrits et les objectifs des interventions effectuées en clinique pourrait suggérer que les cliniciens ont des raisons généralement distinctes de celles des chercheurs d'utiliser l'AP auprès des personnes vivant avec des symptômes persistants d'un TCCL.

Cet écart entre la recherche et le milieu clinique québécois pourrait être expliqué par le fait que les services de réadaptation spécialisés offerts aux adultes ayant des symptômes persistants d'un TCCL visent l'intégration sociale et plus particulièrement la reprise des activités socioprofessionnelles. Les interventions interdisciplinaires sont donc orientées davantage vers la reprise d'activités et des rôles sociaux antérieurs, telles que le travail ou des activités de loisirs plutôt que d'être centrés sur la diminution des symptômes. L'AP serait donc à la fois un moyen d'intervention ainsi qu'une finalité à atteindre puisque faire de l'AP c'est aussi de participer en société. De plus, si les adultes ayant subi un TCCL réussissent à intégrer de l'AP dans leur quotidien, elles pourraient ultimement bénéficier des bienfaits de l'AP sur leur santé. Les chercheurs, quant à eux, continueraient d'étudier les relations entre l'AP, les symptômes post-commotionnels et d'autres dimensions sur la santé puisque le niveau d'évidence de son efficacité pour améliorer l'état de santé des personnes ayant subi un TCCL demeure encore bas. Comme les adultes vivant avec des symptômes post-commotionnels ont une fonction et une participation réduite (Cooksley et al., 2018; Perroux et al., 2013; Ponsford et al., 2012), il est crucial de trouver des interventions qui peuvent réduire les symptômes post-commotionnels comme les maux de tête, les étourdissements, l'anxiété et la fatigue. Il est possible que les chercheurs présument que diminuer ces symptômes permettrait de reprendre plus facilement leurs activités et ainsi, favoriser leur participation. Ceci pourrait également expliquer également pourquoi les chercheurs continuent à développer les connaissances en ce sens.

5.2.3 L'activité physique agit sur un grand nombre de dimensions de la santé

La synthèse des connaissances dans la revue de la portée ainsi que les résultats de l'exploration des effets de l'intervention en AP réalisés dans le cadre de cette thèse suggèrent que l'AP permet d'influencer plusieurs dimensions de la santé chez les personnes ayant subi un TCCL. Par exemple, l'AP semble agir sur des composantes de la santé mentale et physique. En plus, l'AP

pourrait améliorer la qualité de vie en plus de promouvoir la reprise d'activités et la participation. Les résultats de cette thèse sont une assise importante pour recommander au domaine de la réadaptation de s'assurer que les interventions en AP incluent non seulement des mesures sur les symptômes et les fonctions du corps, mais aussi des indicateurs de la participation et de la qualité de vie.

5.3 Apports de la thèse au domaine de la réadaptation

Les résultats de cette thèse contribuent au domaine de la réadaptation des adultes avec des symptômes persistants d'un TCCL de nombreuses façons. Les paragraphes ci-dessous décrivent ses principaux apports au domaine.

5.3.1 Démonstration de la faisabilité, de la sécurité et de l'acceptabilité d'une nouvelle intervention de marche

Cette thèse contribue à démontrer la faisabilité, la sécurité et l'acceptabilité d'une intervention de marche en modalité de télésanté offerte à des personnes ayant des symptômes persistants d'un TCCL. En effet, jusqu'à présent, un faible nombre d'études se sont intéressées à la faisabilité et l'acceptabilité des interventions en AP pour les personnes ayant subi un TCCL et encore moins lorsque ces interventions sont offertes en télésanté. L'étude de Chrisman et al. (2021), diffusée dans les écrits scientifiques après que la revue de la littérature réalisée dans le cadre de cette thèse a été publiée, a démontré la faisabilité et l'acceptabilité d'une intervention en AP de six semaines offerte entièrement en télésanté auprès de 19 jeunes âgés entre 10 à 20 ans (moyenne de 14,3 ans). De façon similaire aux résultats du quatrième projet de cette thèse, les jeunes participants ont été généralement capables de porter leurs moniteurs d'AP pendant l'intervention, ils ont manqué peu de rendez-vous virtuels et ont exprimé un haut niveau de satisfaction envers l'intervention. Ensemble, les résultats de cette étude de Chrisman et al. et de celle menée dans cette thèse révèlent qu'il est faisable et acceptable d'offrir de l'AP en modalité de télésanté aux jeunes et aux adultes ayant des symptômes post-commotionnels d'un TCCL. Par conséquent, l'AP en télésanté pourrait donc constituer une intervention dispensée par des fournisseurs de services pour rejoindre des usagers pour qui cette modalité serait plus pertinente comme des usagers résidant loin du centre de réadaptation. Ou encore, en contexte de restrictions sanitaires, comme lors de la pandémie de COVID-19.

5.3.2 Développement d'une nouvelle approche pour gérer les symptômes post-commotionnels persistants

L'intervention en AP offerte en télésanté évaluée dans le projet n° 4 est la première à démontrer que la marche pourrait aider à réduire les symptômes post-commotionnels persistants en plus d'agir positivement sur d'autres dimensions de la santé des adultes qui vivent avec des symptômes persistants d'un TCCL. Parmi ces impacts potentiels sur la santé, les résultats du projet n° 4 suggèrent que l'intervention de marche diminue la kinésiophobie. Réduire la kinésiophobie est souhaitable puisqu'elle est susceptible de contribuer à éviter que les adultes adoptent de mauvais comportements d'adaptation à leur condition. D'autre part, les résultats de cette 4^e étude s'ajoutent à ceux de l'étude de Bellon et al. (2015) qui suggèrent que la marche pourrait aider à réduire le stress perçu et les symptômes dépressifs auprès d'une population hétérogène composée d'adultes avec un TCC de toutes les sévérités. Ensemble, ces deux études soulignent que la marche est un mode d'AP prometteur qui pourrait diminuer certains symptômes fréquents chez les adultes ayant subi un TCCL ainsi que d'améliorer leur santé et leur qualité de vie. Considérant que ces deux études ne comprenaient pas de groupe de comparaison pour évaluer correctement l'efficacité des interventions, un essai contrôlé randomisé de haute qualité sera nécessaire pour déterminer l'efficacité de la marche.

5.3.3 Faisabilité d'inclure des mesures couvrant un grand nombre de dimensions de la santé

L'évaluation de la faisabilité de l'intervention de marche développée dans le cadre de cette thèse démontre qu'il est possible d'inclure des mesures sur la santé qui prennent en compte les objectifs d'interventions souhaités par les cliniciens comme la participation, même lorsque l'étude est réalisée entièrement à distance. En effet, des mesures sur la santé qui concernent les symptômes post-commotionnels, certaines fonctions du corps (p. ex., fatigue, humeur, sommeil) ainsi que la participation (p. ex., quantité d'AP) et la qualité de vie ont été utilisées. Ce constat corrobore les études effectuées auprès de populations pédiatriques vivant avec des symptômes persistants d'un TCCL qui intègrent davantage de mesures sur la participation et la qualité de vie en plus des symptômes post-commotionnels comme mesures pour évaluer l'efficacité des

interventions en AP (Chrisman et al., 2019 ; Chrisman et al., 2021 ; Chrisman et al., 2017 ; Gagnon et al., 2016 ; Haider et al., 2021).

5.3.4 Expérience de la pratique d'activité physique chez les adultes avec un traumatisme craniocérébral léger

L'inclusion des adultes ayant subi un TCCL en tant que partenaires pour informer le développement et l'amélioration de l'intervention en AP constitue une contribution importante de cette thèse pour le domaine de l'AP et du TCCL. En effet, dans le cadre des projets n° 3 et n° 4, des adultes ayant des symptômes post-commotionnels persistants ont partagé leurs expériences d'une intervention en AP offerte dans un programme spécialisé ainsi que sur l'intervention de marche développée dans cette thèse. Généralement positives, les perspectives des participants ont permis de cerner certains éléments importants pour les usagers ayant un TCCL, comme le besoin d'avoir une prescription d'exercice claire et le sentiment que l'AP a des bienfaits sur la santé. Ces connaissances à propos de l'expérience de participants d'une intervention en AP s'ajoutent à celles produites par Yost et Taylor (2013) dans le cadre d'une étude qualitative portant sur l'expérience généralement positive du Tai-chi Qigong, un art martial chinois, auprès de militaires masculins qui ont des symptômes persistants d'un TCCL. Il est important de noter que plus de femmes que d'hommes ayant subi un TCCL ont participé dans le cadre de cette thèse. Cette proportion diffère de celles des écrits scientifiques identifiés par le premier projet de la thèse qui portent majoritairement sur des participants hommes. Ainsi, la documentation des expériences de femmes ayant des symptômes persistants d'un TCCL à propos des interventions en AP constitue une autre contribution de la thèse importante aux écrits scientifiques.

5.3.5 Un apport important du transfert des connaissances intégré pour le développement d'intervention en AP

Tous les projets de cette thèse ont été réalisés soit en consultant des experts cliniques de programmes spécialisés en réadaptation du TCCL offrant des interventions en AP ou des personnes vivant avec des symptômes post-commotionnels persistants ayant expérimenté une intervention en AP. Les principales contributions de ces deux groupes au projet se retrouvent ci-dessous.

5.3.5.1 Apport des experts cliniques au développement de l'intervention de marche

La contribution des experts cliniques dans les travaux de la thèse a été significative pour le développement de l'intervention de marche en télésanté. Leur implication dans les trois premières études a permis de bonifier les questions de recherche, la méthodologie ainsi que les résultats et leur interprétation. C'est aussi grâce à cette relation de travail que les chercheurs ont été mis au courant des enjeux d'accessibilité aux interventions en AP vécus par les adultes ayant des symptômes d'un TCCL, accentués par les restrictions sanitaires mises en place en réponse à la pandémie de COVID-19. Malgré le fait que les restrictions sanitaires ont empêché la poursuite de la collaboration avec l'équipe clinique, l'implication des cliniciens a positivement influencé le développement de l'intervention de marche pour qu'elle s'aligne davantage sur leur contexte clinique. Comme les interventions coconstruites entre chercheurs et cliniciens sont perçues plus favorablement par les intervenants qui doivent opérer les changements lors de démarches d'implantation de nouvelles pratiques (Bowen et Graham, 2013 ; IRSC, 2012), il est plausible que l'intervention de marche développée dans cette thèse soit perçue favorablement par des spécialistes et que cela favorise ainsi son implantation en milieux cliniques.

L'implication des utilisateurs potentiels des connaissances sur ce projet doctoral constitue un bon exemple d'une influence bidirectionnelle entre ces derniers et les chercheurs. Cette influence bidirectionnelle a permis, d'une part, de générer de nouvelles connaissances qui répondaient à des besoins cliniques tangibles. D'autre part, il est possible que les travaux de recherches auxquels les experts cliniques ont participé dans le processus de ce doctorat aient influencé leurs pratiques. Bien que mesurer les retombées sur les pratiques cliniques dépassait la portée de cette thèse, il est important de rapporter que des échanges informels avec des experts cliniques et des gestionnaires de programmes suggèrent que les divers processus tenus dans le cadre de cette thèse ont eu des impacts positifs sur les connaissances et l'adoption de nouvelles évidences scientifiques dans leurs pratiques. Ces évidences anecdotiques, en cohérence avec les écrits sur le transfert de connaissances intégré, suggèrent que les efforts de transfert de connaissances intégré sont effectivement utiles pour la mise en pratique de connaissances scientifiques dans les pratiques cliniques et cela, plus particulièrement dans le domaine de l'AP et du TCCL. Il demeure que de futures recherches dans le domaine de l'implantation et du

transfert des connaissances seront nécessaires pour comprendre comment la collaboration entre chercheurs et spécialistes cliniques pendant le développement d'approches en réadaptation influence les pratiques cliniques.

5.3.5.2 Apport des adultes ayant des symptômes persistants d'un traumatisme craniocérébral léger au développement de l'intervention de marche

De façon générale, les perceptions des adultes ayant subi un TCCL qui étaient impliquées dans le cadre de cette thèse ont aidé à nuancer les résultats des différents projets et à offrir des pistes d'amélioration pour les interventions en AP. Par exemple, dans le cadre du projet n° 4, les entrevues effectuées à la fin de l'étude ont permis de documenter l'expérience des participants concernant la faisabilité, la sécurité et l'acceptabilité de l'intervention de marche en plus de rapporter les impacts perçus sur leur santé et d'émettre des recommandations pour l'améliorer. Essentiellement, les adultes ayant subi un TCCL auraient aimé recevoir une intervention davantage personnalisée au niveau de la progression de l'effort physique, qui aurait duré plus de huit semaines et qui aurait inclue d'autres activités que la marche. De plus, ils auraient aimé sentir que la mesure du nombre de pas réalisé par leur moniteur d'AP représente réellement la quantité de marche faite avant le début de l'intervention. Aussi, ils auraient aimé se sentir mieux préparés à réaliser les tâches associées à la collecte de données. Ces recommandations provenant des usagers sont importantes pour le domaine des interventions en AP puisqu'elles offrent un aperçu des améliorations à apporter à l'intervention en AP développée dans cette thèse. Les perceptions des participants pourront également guider de futures études utilisant la marche, la télésanté et même l'AP en général auprès de cette clientèle.

5.3.6 Implications cliniques

L'intervention de marche développée dans le cadre de cette thèse a le potentiel d'augmenter l'accessibilité des adultes ayant subi un TCCL à obtenir des services en AP. En effet, cette intervention de marche a la possibilité d'augmenter la capacité des fournisseurs de services à fournir de l'AP à leur clientèle puisque cette intervention en AP pourrait être offerte à des adultes avant qu'ils reçoivent des interventions plus complexes. Par exemple, les adultes admis au programme spécialisé étant sur la liste d'attente pourraient recevoir cette intervention et bénéficier d'un contact important avec des cliniciens spécialisés et profiter des bienfaits de l'AP

sur leur santé. Offerte au début de la prise en charge, cette intervention pourrait préparer les adultes à recevoir des interventions plus complexes. Il est même possible que les personnes se sentent mieux, qu'ils aient une meilleure qualité de vie et expérimentent des symptômes plus réduits que lorsqu'ils commenceraient typiquement leur suivi. Par la suite, les personnes pourraient recevoir une intervention en AP nécessitant de réaliser des efforts à plus hautes intensités que la marche ou d'autres services selon leurs besoins. D'un point de vue organisationnel, cette intervention en télésanté pourrait réduire le temps avant les premiers services et aider à réduire les listes d'attentes des programmes spécialisés. Une autre option possible de dispensation de l'intervention de marche est que les fournisseurs de services spécialisés l'offre de façon complémentaire aux autres services spécialisés donnés en réadaptation. Par exemple, cette intervention pourrait être offerte en même temps que d'autres suivis spécialisés comme la neuropsychologie ou la physiothérapie. En effet, les résultats de l'étude de faisabilité démontrent qu'il est faisable pour les adultes de consulter plusieurs intervenants en même temps. De fait, la plupart des adultes participants à l'étude ont réalisé l'intervention tout en recevant d'autres services de santé comme la médecine, la physiothérapie ou des soins de santé alternatifs.

Ensuite, l'intervention de marche développée dans cette thèse a été conçue pour être offerte en milieu de réadaptation interdisciplinaire sous la supervision de professionnels de la santé. Il est donc plausible qu'il soit faisable d'intégrer cette intervention à des services cliniques existants, notamment parce que c'est une intervention qui prendrait peu de temps aux intervenants. En effet, en excluant les collectes de données réalisées au début et à la fin de l'intervention de huit semaines, la majorité des suivis ont duré moins de 30 minutes, ce qui convenait aux participants de l'étude. Également, en plus du peu de temps requis pour les suivis, c'est une intervention qui semble à faible coût pour un programme spécialisé. Bien que le coût des moniteurs d'AP (≈ 150 \$ par unité) pourrait sembler être une somme importante à déboursier, le coût par utilisation devient rapidement très raisonnable puisque les moniteurs peuvent être réutilisés durant plusieurs années entre les différents usagers. Sans compter que, relativement à l'achat d'autres équipements spécialisés comme un tapis roulant ou des vélos stationnaires, le coût de moniteur d'AP revient beaucoup moins cher. Il reste qu'il demeure important d'étudier le rapport coût-efficacité pour confirmer l'économie d'argent réel de cette intervention. Un autre

atout pour l'implantation de l'intervention de marche dans les services spécialisés en réadaptation est qu'elle nécessite peu de formation pour être en mesure de la donner. Dans le cadre du quatrième projet, ce sont principalement des étudiants en thérapie du sport et en ergothérapie qui ont offert la formation aux usagers. Pour être compétent à offrir l'intervention, ces derniers ont reçu une courte formation de 20 heures dans le but d'augmenter leurs connaissances en lien avec le TCCL, la manutention des moniteurs d'AP, la collecte de données et l'utilisation des stratégies motivationnelles. Ceci signifie que des experts cliniques expérimentés avec la clientèle TCCL en provenance de plusieurs disciplines pourraient être en mesure d'offrir cette intervention à leur clientèle avec une formation supplémentaire qui serait encore plus courte.

Cette intervention a le potentiel de réduire le fardeau du déplacement pour recevoir l'intervention en AP. Ainsi, les adultes n'ont pas à se déplacer pour recevoir les services et faire les AP prescrites. De cette façon, cette intervention peut réduire considérablement les barrières physiques ou géographiques que certains adultes ayant des symptômes persistants peuvent vivre lorsqu'ils doivent se déplacer pour accéder aux services spécialisés. Au niveau de l'accessibilité financière, notons que cette intervention peut être réalisée à peu de frais pour les adultes ayant subi un TCCL puisque la marche est une activité très peu coûteuse et que la plupart des personnes ont déjà accès à la technologie permettant de faire des suivis de télésanté. Il est à noter que dans l'étude de faisabilité, tous les participants avaient accès à la technologie pour faire les suivis avant même le début de l'étude. Les personnes qui n'avaient pas accès à un appareil vidéo sur leurs ordinateurs ont pu recevoir les interventions par téléphone.

Néanmoins, il y a des contraintes qui pourraient freiner l'adoption de cette intervention en milieu clinique. En effet, outre le faible niveau d'évidence quant à l'efficacité de la marche pour diminuer les symptômes post-commotionnels et favoriser la participation, il existe de nombreuses barrières à l'utilisation des connaissances dans le domaine de la réadaptation (Damschroder et al., 2009). Par exemple, il est possible que le format actuel de l'intervention ne convienne pas à tous les fournisseurs de services spécialisés de même qu'à l'ensemble des adultes ayant subi un TCCL. En effet, il est possible que les fournisseurs de services préfèrent donner des interventions en personnes plutôt qu'en télésanté ou n'aient pas les ressources

financières pour obtenir les moniteurs d'AP. Il est également possible que les adultes ayant un TCCL n'aient pas les moyens financiers d'obtenir les outils technologiques qui permettront de faire de la téléadaptation. Ou encore, qu'ils ne se sentiraient pas tous capables d'utiliser les technologies comme les moniteurs d'AP ainsi que les logiciels de visioconférences comme Zoom. Évidemment, cette intervention de marche pourrait être adaptée aux besoins des fournisseurs de services et de certains usagers. La description détaillée de l'intervention pourra aider ces derniers à conserver les éléments essentiels de l'intervention lors de l'adaptation de leur intervention.

5.4 Limites méthodologiques de la thèse

Malgré plusieurs forces méthodologiques liées aux devis de recherches utilisés, cette thèse comporte certaines limites. Premièrement, les conclusions à propos des caractéristiques des interventions, des résultats sur la santé et de l'efficacité rapportée de la revue de la portée sont assujetties à un biais de publication. En effet, la grande majorité des interventions identifiées rapportaient des résultats positifs sur la santé qui étaient statistiquement significatifs, ce qui pourrait suggérer un biais de publication envers les résultats ayant atteint la signification statistique. Pour contrer ce biais potentiel, des efforts ont été faits pour identifier des interventions non publiées qui auraient pu se retrouver dans la littérature grise.

Deuxièmement, il aurait été favorable que des experts cliniques travaillant dans un programme de réadaptation spécialisé vérifient ou codéveloppent l'intervention de marche afin d'en connaître ou bonifier son acceptabilité. En effet, les restrictions sanitaires ainsi que les conséquences sur les pratiques cliniques de la pandémie de COVID-19 chez les partenaires cliniques du CCSMTL ont empêché les chercheurs et les cliniciens de codévelopper l'intervention progressive à la marche. De 2017 à 2020, les chercheurs et les partenaires cliniques ont travaillé de façon collaborative à produire des connaissances adaptées aux besoins cliniques dans le but de développer, ensemble, une intervention en AP qui pouvait être utilisée dans les programmes interdisciplinaires spécialisés offrant des services pour les adultes ayant des symptômes de TCCL. En ce sens, les partenaires cliniques ont aidé le candidat au doctorat à générer des connaissances plus adaptées aux besoins cliniques durant les deux premiers projets de cette thèse. Ils ont aussi offert généreusement leur temps pour partager leurs perspectives sur

leur offre de service en AP. Au début 2020, le candidat au doctorat avait entamé des démarches pour partager les résultats des études afin de codévelopper une intervention et ultimement, mettre à l'essai une intervention en AP au sein de leur programme. Néanmoins, à partir des premières restrictions sanitaires associées à la COVID-19, les cliniciens et les chercheurs n'ont pas pu continuer à travailler ensemble de la même façon. Le candidat au doctorat et ses directrices ont développé l'intervention progressive à la marche en s'inspirant des résultats issus des recherches qui ont été bonifiés par les partenaires cliniques. De plus, il est probable que les apprentissages des chercheurs en lien avec la réalité clinique issue des multiples séances de travail avec les partenaires cliniques ont pu favoriser le développement d'une intervention plus adaptée aux besoins des partenaires cliniques.

Dans le même ordre d'idée, il n'y a pas eu d'usager des services de réadaptation avec des symptômes persistants d'un TCCL qui a été impliqué comme usager partenaire dans les différents projets inclus dans cette thèse. Pourtant, l'inclusion d'un usager partenaire était souhaitable et a fait l'objet de démarche dès l'amorce de la thèse. Des démarches avaient été entamées entre 2017 et 2020 pour intégrer un usager partenaire aux séances de travail, mais certaines difficultés cliniques administratives se sont présentées. Par exemple, des délais ont été encourus puisqu'il ne semblait pas avoir de candidat identifié par les partenaires cliniques. De plus, certains enjeux à propos de la gestion des relations entre les cliniciens partenaires et leurs usagers ont contribué aux délais. Il y avait donc un besoin pour l'équipe de cliniciens et de chercheurs de mieux connaître comment identifier, recruter et intégrer un usager partenaire à l'équipe de travail. Lorsque la COVID-19 a freiné les activités cliniques, les barrières étaient encore plus grandes pour intégrer un usager partenaire dans les dernières étapes de la thèse. Avec le partage des expériences vécues tout au long des différentes étapes de la thèse, un usager partenaire aurait pu bonifier la qualité des projets inclus dans la thèse et en augmenter la pertinence (Joss et al., 2016). Les chercheurs auraient pu mieux comprendre la problématique de santé vécue par la personne. En contrepartie, l'usager partenaire aurait pu s'habiliter dans le domaine de la recherche (Joss et al., 2016). Notons que même si l'acceptabilité de l'intervention par des cliniciens demeure inconnue et qu'il n'y a pas eu d'usager partenaire, la consultation des cliniciens et d'adultes ayant des symptômes persistants d'un TCCL a permis d'obtenir des perspectives généralement positives à propos de l'utilisation de l'AP dans la prise en charge du

TCCL. Cela suggère donc que l'intervention proposée peut être acceptable pour ceux qui offrent et ceux qui utilisent l'intervention en AP.

Troisièmement, cette thèse est aussi sujette à des biais de désirabilité sociale, de sélection et d'informations. D'abord, il est plausible que les experts cliniques des programmes de réadaptation du Québec de même que les experts cliniques du CCSMTL (projets n° 2 et n° 3) aient répondu de façon à mieux paraître dans le regard des chercheurs (biais de désirabilité sociale). Ainsi, il est possible que leurs propos ne représentent pas réellement le contenu de leurs pratiques cliniques. En ce sens, il est probable que les participants des études aient voulu parler en bien des interventions en AP pour que les intervenants impliqués, incluant le candidat au doctorat, soient perçus plus favorablement lors des analyses. Afin de minimiser les biais potentiels, les participants étaient encouragés à parler librement de leur expérience avec les interventions en AP durant les entrevues semi-dirigées. Également, ils savaient que leurs commentaires allaient servir à bonifier une intervention en AP qui était destinée à être utilisée auprès d'autres personnes ayant un TCCL. Somme toute, les résultats des analyses qualitatives ont révélé la présence de critiques sur les interventions en AP et l'identification de pistes d'améliorations, ce qui peut être interprété comme une preuve que le biais potentiel de désirabilité sociale ne s'est peut-être pas manifesté.

Ensuite, il est probable qu'il y ait des biais de sélection puisque les échantillons d'adultes avec un TCCL inclus dans les différents projets n'ont pas été constitués de façon probabiliste (projets n° 2, n° 3 et n° 4). Par exemple, dans le quatrième projet, il est probable que les personnes ayant choisies de participer à l'étude étaient plus motivées, plus en forme ou plus actives et ne représentent pas les caractéristiques des autres adultes avec des symptômes persistants d'un TCCL. Ceci fait en sorte qu'il est probable que les impacts potentiels de l'intervention se distinguent de ceux que l'on pourrait obtenir auprès d'autres adultes avec des symptômes persistants d'un TCCL. Ce biais est d'autant plus probable puisqu'il n'y a pas eu de groupe de comparaison issue de la même population. Pour permettre au mieux déterminer si les caractéristiques des participants se comparent à ceux de la littérature, les caractéristiques démographiques des participants ont été rapportées dans l'article scientifique, de même que le flux de sélection des participants.

De plus, il est plausible qu'il y ait des biais d'informations dans cette thèse en raison du questionnaire électronique et des questionnaires auto rapportés utilisés (projets n° 2 et n 4). Il est probable que les répondants à ces questionnaires se rappelaient moins bien certaines de leurs expériences (p. ex. : la prescription d'exercice pour un adulte avec un TCCL dans le cadre du projet n° 2) ou omettaient certains détails qui auraient pu modifier l'essence de leurs réponses. Certaines mesures préventives étaient incluses dans les études pour éviter ces biais. Par exemple, dans le cadre du deuxième projet, les répondants ont eu plusieurs jours pour remplir et soumettre leur réponse. Ceci leur permettait ainsi de vérifier, s'ils le désiraient, la précision de leurs réponses.

Quatrièmement, cette thèse ne peut conclure quant à l'efficacité de l'intervention progressive de marche en télésanté sur les symptômes post-commotionnels, l'augmentation du nombre de pas, sur la santé et sur la qualité de vie. En effet, l'exploration des impacts potentiels sur l'ensemble des dimensions de la santé a été réalisée à titre exploratoire, de sorte à pouvoir informer les calculs de puissances statistiques et le choix de mesures des chercheurs advenant de futures études. C'est pourquoi le nombre d'adultes recrutés n'était pas basé sur un calcul de puissance statistique et que l'étude de faisabilité ne comportait pas de groupe contrôle. C'est également pourquoi il n'y a pas eu de suivi dans le temps après l'intervention en AP. La durée des bienfaits potentiels sur la santé après l'intervention demeure ainsi inconnue.

Cinquièmement, il faut aussi souligner que la validité externe, c'est-à-dire la transférabilité et la généralisation des résultats de cette thèse, est limitée pour plusieurs raisons. D'abord, les résultats du sondage concernant les pratiques des experts cliniques québécois ne sont pas représentatifs des pratiques cliniques de programmes spécialisés à l'extérieur du Québec. Il est possible que ces programmes spécialisés n'offrent pas d'intervention en AP ou encore, des interventions très différentes des répondants du sondage. Puis, les résultats de l'analyse FFOM sont circonscrits à l'expérience des participants de l'étude du programme TCC du CCSMTL. Ils ne peuvent donc pas représenter les perspectives des fournisseurs de services et d'utilisateurs d'autres programmes cliniques. Pour faciliter la comparaison de ce milieu clinique avec d'autres programmes similaires et ainsi augmenter la transférabilité des résultats, l'article n° 3 contient

les descriptions détaillées du programme spécialisé et de l'intervention en AP offerte. Enfin, les résultats de l'étude de faisabilité (projet n° 4) ne peuvent pas être généralisés à l'ensemble des adultes ayant un TCCL en raison du petit nombre de participants, de la composition de l'échantillon qui n'était pas représentatif de la population en termes d'identité de genre (majorité de femmes) et que l'échantillonnage n'ait pas été fait de façon probabiliste.

5.5 Avenues de recherches futures

Comme il a été décrit précédemment, les résultats de cette thèse suggèrent qu'une intervention en AP qui vise à augmenter progressivement la quantité de marche chaque semaine a le potentiel de diminuer les symptômes post-commotionnels, d'améliorer la santé et la qualité de vie des adultes vivant avec des symptômes persistants d'un TCCL. Toutefois, en raison des limites énoncées plus haut, il est impossible de conclure à un lien de causalité entre la marche réalisée par les participants et les résultats sur la santé. Déterminer l'efficacité et l'étendue des bénéfices sur la santé de cette intervention de marche offerte en télésanté constituerait une étape importante pour le domaine de la réadaptation. Cela permettrait, entre autres, d'informer la prise de décision de fournisseurs de services de santé aux personnes vivant ayant subi un TCCL par rapport à l'adoption, l'adaptation ou l'implantation de cette intervention.

En se basant sur les résultats de cette thèse, de futures études pourraient évaluer plus formellement l'efficacité de l'intervention de marche et ses impacts potentiels selon différentes intensités d'AP sur la santé et la qualité de vie d'adultes ayant un TCCL. Par exemple, un essai contrôlé randomisé à trois branches pourrait permettre d'atteindre ces deux objectifs. La première condition serait le groupe contrôle qui recevrait un suivi incluant la prise de mesure du nombre de pas chaque semaine, de la rassurance et de l'éducation à propos de l'AP et du TCCL. La deuxième condition serait l'offre de l'intervention progressive de marche décrite dans cette thèse à un groupe expérimental. Finalement, la troisième condition serait d'offrir au dernier groupe une intervention en AP qui exigerait une plus haute intensité d'effort cardiovasculaire que la marche (p. ex., vélo, marche ou course sur un tapis roulant) et qui baserait la progression de l'intervention sur les résultats de tests d'effort répétés aux deux à trois semaines. Les résultats de la thèse pourraient servir à déterminer l'échantillon nécessaire. Également, les participants

pourraient être recrutés au sein des milieux qui ont facilité le recrutement des participants inclus dans la thèse.

Une autre piste pour de futures études serait de s'inspirer des travaux de la thèse afin d'évaluer la faisabilité d'une intervention de marche auprès d'autres populations ayant une problématique de santé. En effet, puisque les bienfaits de l'AP peuvent toucher plusieurs dimensions de la santé, d'autres populations que les adultes ayant un TCCL pourraient potentiellement bénéficier de cette intervention de marche offerte en télésanté. Par exemple, il est probable que les personnes avec un TCC modéré ou sévère, les personnes ayant subi un accident vasculaire cérébral et même des personnes avec de la douleur chronique ou de la fibromyalgie bénéficieraient d'une telle intervention.

Finalement, si des études démontraient l'efficacité de l'intervention de marche et que certains milieux spécialisés de réadaptation souhaitaient adapter ou implanter cette intervention, le modèle du Processus des connaissances à la pratique (PCP) pourrait continuer d'être utilisé pour guider de futures études. Par exemple, une prochaine étape pourrait être d'identifier quelles sont les barrières à l'utilisation de l'intervention de marche dans des programmes spécialisés de réadaptation du TCCL.

Chapitre 6 – Conclusion

Cette thèse a comme objectif de développer et d'évaluer une intervention en activité physique (AP) offerte en télésanté destinée à être offerte à des adultes qui ont des symptômes persistants d'un traumatisme craniocérébral léger (TCCL) usagers de services de réadaptation. Cette thèse est originale puisqu'elle a utilisé différentes approches méthodologiques afin de générer de nouvelles connaissances nécessaires pour développer une intervention de marche en télésanté. Elle comporte une revue de la littérature, un sondage provincial concernant les pratiques en AP de fournisseurs de services spécialisés en TCCL et une étude qualitative portant sur les forces, les faiblesses, les opportunités et les menaces d'une intervention en AP offerte dans un programme spécialisé. De plus, elle contient une étude de faisabilité suivant un devis mixte incluant 20 adultes ayant des symptômes persistants d'un TCCL.

L'intervention innovante développée est axée sur les données probantes qui proviennent d'une synthèse des écrits scientifiques, de l'expertise d'experts cliniques québécois et des expériences d'usagers. Ceci favorise de futures adoptions de l'intervention de marche dans les pratiques cliniques. Cette thèse se démarque aussi par sa contribution à la littérature scientifique puisqu'elle démontre qu'il est faisable, sécuritaire et acceptable d'offrir de la marche en télésanté à des personnes adultes vivant avec des symptômes persistants d'un TCCL. De plus, cette intervention de télésanté est prometteuse pour diminuer les symptômes post-commotionnels persistants, pour augmenter la quantité d'AP ainsi qu'améliorer plusieurs dimensions de la santé, incluant la qualité de vie. Toutefois, des études futures devront déterminer l'efficacité de cette intervention avant d'en recommander l'implantation dans des milieux de réadaptation spécialisés, tels que les programmes spécialisés du Québec.

Cette nouvelle intervention en AP permet de rejoindre les adultes qui, pour toutes sortes de raisons personnelles, socio-économiques ou de leur localisation géographique vivent des difficultés à intégrer de l'AP durant la récupération de leur blessure à la tête. Cette intervention pourrait être utilisée auprès de toute clientèle qui a de la difficulté à accéder à des équipements spécialisés ou des craintes à faire de l'AP. Les résultats de cette thèse représentent un pas important vers une plus grande accessibilité aux services en AP.

Pour conclure, cette thèse contient la description d'un processus rigoureux de production des connaissances nécessaires pour le développement d'une intervention en AP innovante axée sur les données probantes et destinées à des adultes qui ont des symptômes persistants d'un TCCL. Elle contient les évidences que cette intervention de marche de huit semaines en télésanté est faisable, sécuritaire, acceptable et potentiellement efficace pour diminuer les symptômes post-commotionnels et améliorer la santé des adultes ayant un TCCL. Assurément, cette thèse est riche en nouvelles connaissances et en recommandations pour les chercheurs et les cliniciens du domaine de la réadaptation des adultes ayant un TCCL. D'autres études devront construire sur cette innovation pour déterminer son efficacité ainsi que son applicabilité en milieux cliniques.

Références bibliographiques

- Aday, L. A. et Andersen, R. M. (2005). Models of Health Care Utilization and Behavior. Dans *Encyclopedia of Biostatistics*. De P. Armitage and T. Colton.
<https://doi.org/10.1002/0470011815.b2a4a010>
- Alarie, C., Gagnon, I. J., Quilico, E. et Swaine, B. (2019). Characteristics and outcomes of physical activity interventions for individuals with mild traumatic brain injury: A scoping review protocol. *BMJ Open*, 9(6), e027240. <https://10.1136/bmjopen-2018-027240>
- Ann Mansur, T. M. H., Mohammed Wasif Hussain, Mohammed K. Alatwi, Apameh Tarazi, Mozghan Khodadadi, and Charles H. Tator. (2018). A Nonliquid Crystal Display Screen Computer for Treatment of Photosensitivity and Computer Screen Intolerance in Post-Concussion Syndrome. *Journal of Neurotrauma*, 35(16), 1886-1894.
<https://doi.org/10.1089/neu.2017.5539>
- Anthony, C. A. et Peterson, A. R. (2015). Utilization of a text-messaging robot to assess intraday variation in concussion symptom severity scores. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 25(2), 149-152. <http://doi.org/10.1097/jsm.0000000000000115>
- Anthony Jnr, B. (2021). Implications of telehealth and digital care solutions during COVID-19 pandemic: A qualitative literature review. *Informatics for Health and Social Care*, 46(1), 68-83. <https://doi.org/10.1080/17538157.2020.1839467>
- Archer, T. (2012). Influence of physical exercise on traumatic brain injury deficits: Scaffolding effect. *Neurotoxicity Research*, 21(4), 418-434.
<https://doi.org/10.1007/s12640-011-9297-0>
- Arksey, H. et O'Malley, L. (2005). Scoping studies: Towards a methodological framework. *International Journal of Social Research Methodology*, 8(1), 19-32.
<https://doi.org/10.1080/1364557032000119616>
- Auclair-Pilote, J., Lalande, D., Tinawi, S., Feyz, M. et de Guise, E. (2021). Satisfaction of basic psychological needs following a mild traumatic brain injury and relationships with post-concussion symptoms, anxiety, and depression. *Disability and Rehabilitation*, 43(4), 507-515. <https://doi.org/10.1080/09638288.2019.1630858>

- Audiffren, M. et André, N. (2019). The exercise–cognition relationship: A virtuous circle. *Journal of Sport and Health Science*, 8(4), 339-347.
/https://doi.org/10.1016/j.jshs.2019.03.001
- Audrit, H., Beauchamp, M. H., Tinawi, S., Laguë-Beauvais, M., Saluja, R. et De Guise, E. (2021). Multidimensional psychoeducative and counseling intervention (SAAM) for symptomatic patients with mild traumatic brain injury: A pilot randomized controlled trial. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 36(4), E249-E261.
https://doi.org/10.1097/HTR.0000000000000653
- Baker, B., Koch, E., Vicari, K. et Walenta, K. (2020). Mode and intensity of physical activity during the postacute phase of sport-related concussion: A systematic review. *Journal of Sport Rehabilitation*, 30(3), 492-500. https://doi.org/10.1123/jsr.2019-0323
- Baker, J. G., Freitas, M. S., Leddy, J. J., Kozlowski, K. F. et Willer, B. S. (2012). Return to full functioning after graded exercise assessment and progressive exercise treatment of postconcussion syndrome. *Rehabilitation Research & Practice*, 1-7.
https://doi.org/2012/705309
- Balalla, S., Krägeloh, C., Medvedev, O. et Siegert, R. (2020). Is the Rivermead Post-Concussion Symptoms Questionnaire a Reliable and Valid Measure to Assess Long-Term Symptoms in Traumatic Brain Injury and Orthopedic Injury Patients? A Novel Investigation Using Rasch Analysis. *Neurotrauma Reports*, 1(1), 63-72.
https://doi.org/10.1089/neur.2020.0017
- Balasundaram, A. P., Athens, J., Schneiders, A. G., McCrory, P. et Sullivan, S. J. (2016). Day-to-day variability of post-concussion-like symptoms reported over time by a non-concussed cohort. *Brain Injury*, 30(13-14), 1599-1604.
https://doi.org/10.1080/02699052.2016.1199902
- Bauman, A., Merom, D., Bull, F. C., Buchner, D. M. et Fiatarone Singh, M. A. (2016). Updating the evidence for physical activity: Summative reviews of the epidemiological evidence, prevalence, and interventions to promote "active aging". *Gerontologist*, 56(Suppl 2), S268-280. https://doi.org/10.1093/geront/gnw031
- Bélanger, M., Gallant, F., Doré, I., O'Loughlin, J. L., Sylvestre, M.-P., Abi Nader, P., Larouche, R., Gunnell, K. et Sabiston, C. M. (2019). Physical activity mediates the

- relationship between outdoor time and mental health. *Preventive Medicine Reports*, 16, 101006. <https://doi.org/10.1016/j.pmedr.2019.101006>
- Bellon, K., Kolakowsky-Hayner, S., Wright, J., Huie, H., Toda, K., Bushnik, T. et Englander, J. (2015). A home-based walking study to ameliorate perceived stress and depressive symptoms in people with a traumatic brain injury. *Brain Injury*, 29(3), 313-319. <https://doi.org/10.3109/02699052.2014.974670>
- Bergman, K., Given, B., Fabiano, R., Schutte, D., von Eye, A. et Davidson, S. (2013). Symptoms associated with mild traumatic brain injury/concussion: the role of bother. *Journal of Neuroscience Nursing*, 45(3), 124-132. <https://doi.org/10.1097/JNN.0b013e31828a418b>
- Bernard, C., McKinlay, A., Krieser, D., Testa, R. et Ponsford, A. J. (2017). Acute post-concussive symptoms in young children. *Brain Injury*, 31(11), 1414-1421. <https://doi.org/10.1080/02699052.2017.1350999>
- Beuving, J. et Vries, G. (2015). *Doing qualitative research : The craft of naturalistic inquiry*. Amsterdam University Press. <https://doi.org/10.1515/9789048525522>
- Biddle, S. J. H., Ciaccioni, S., Thomas, G. et Vergeer, I. (2019). Physical activity and mental health in children and adolescents: An updated review of reviews and an analysis of causality. *Psychology of Sport and Exercise*, 42, 146-155. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2018.08.011>
- Bize, R., Johnson, J. A. et Plotnikoff, R. C. (2007). Physical activity level and health-related quality of life in the general adult population: A systematic review. *Preventive Medicine*, 45(6), 401-415. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2007.07.017>
- Blake, H. (2012). Physical activity and exercise in the treatment of depression. *Frontiers in Psychiatry*, 3. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2012.00106>
- Blake, H. et Batson, M. (2009). Exercise intervention in brain injury: A pilot randomized study of Tai Chi Qigong. *Clinical Rehabilitation*, 23(7), 589-598. <https://doi.org/10.1177/0269215508101736>
- Bottari, C., Lamothe, M.-P., Gosselin, N., Gélinas, I. et Ptito, A. (2012). Driving difficulties and adaptive strategies: the perception of individuals having sustained a mild traumatic brain injury. *Rehabilitation Research and Practice*, 2012. 1-9. <https://doi.org/10.1155/2012/837301>

- Bowen, S. J. et Graham, I. D. (2013). From knowledge translation to engaged scholarship: promoting research relevance and utilization. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 94(1, Supplement), S3-S8. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2012.04.037>
- Broshek, D. K., De Marco, A. P. et Freeman, J. R. (2015). A review of post-concussion syndrome and psychological factors associated with concussion. *Brain Injury*, 29(2), 228-237. <https://doi.org/10.3109/02699052.2014.974674>
- Brousselle, A., Champagne, F., Contandriopoulos, A.-P. et Hartz, Z. (2011). L'évaluation: concepts et méthodes: Deuxième édition. Les Presses de l'Université de Montréal.
- Brunger, H., Ogden, J., Malia, K., Eldred, C., Terblanche, R. et Mistlin, A. (2014). Adjusting to persistent post-concussive symptoms following mild traumatic brain injury and subsequent psycho-educational intervention: A qualitative analysis in military personnel. *Brain Injury*, 28(1), 71-80. <https://doi.org/10.3109/02699052.2013.857788>
- Bryant, R. A., O'Donnell, M. L., Creamer, M., McFarlane, A. C., Clark, C. R. et Silove, D. (2010). The psychiatric sequelae of traumatic injury. *American Journal of Psychiatry*, 167(3), 312-320. <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.2009.09050617>
- Buysse, D. J., Reynolds, C. F., Monk, T. H., Berman, S. R. et Kupfer, D. J. (1989). The Pittsburgh sleep quality index: A new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry Research*, 28(2), 193-213. [https://doi.org/10.1016/0165-1781\(89\)90047-4](https://doi.org/10.1016/0165-1781(89)90047-4)
- Camden, C., Swaine, B., Tétreault, S. et Bergeron, S. (2009). SWOT analysis of a pediatric rehabilitation programme: A participatory evaluation fostering quality improvement. *Disability and Rehabilitation*, 31(16), 1373-1381. <https://doi.org/10.1080/09638280802532696>
- Cancelliere, C., Donovan, J. et Cassidy, J. D. (2016). Is sex an indicator of prognosis after mild traumatic brain injury: A systematic analysis of the findings of the World Health Organization collaborating centre task force on mild traumatic brain injury and the International Collaboration on Mild Traumatic Brain Injury Prognosis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 97(2, Supplement), S5-S18. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2014.11.028>
- Carek, P. J., Laibstain, S. E. et Carek, S. M. (2011). Exercise for the treatment of depression and anxiety. *The International Journal of Psychiatry in Medicine*, 41(1), 15-28. <https://doi.org/10.2190/PM.41.1.c>

- Carroll, L. J., Cassidy, J. D., Cancelliere, C., Côté, P., Hincapié, C. A., Kristman, V. L., Holm, L. W., Borg, J., Nygren-de Boussard, C. et Hartvigsen, J. (2014). Systematic review of the prognosis after mild traumatic brain injury in adults: Cognitive, psychiatric, and mortality outcomes: Results of the international collaboration on mild traumatic brain injury prognosis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 95(3, Supplement), S152-S173. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2013.08.300>
- Carter, K. M., Pahl, A. N. et Christie, A. D. (2021). The role of active rehabilitation in concussion management: A systematic review and meta-analysis. *Medicine and science in sports and exercise*, 53(9), 1835-1845. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000002663>
- Caspersen, C. J., Powell, K. E. et Christenson, G. M. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: Definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Reports*, 100(2), 126-131.
- Cassidy, J. D., Cancelliere, C., Carroll, L. J., Côté, P., Hincapié, C. A., Holm, L. W., Hartvigsen, J., Donovan, J., Nygren-de Boussard, C., Kristman, V. L. et Borg, J. (2014). Systematic review of self-reported prognosis in adults after mild traumatic brain injury: Results of the International Collaboration on Mild Traumatic Brain Injury Prognosis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 95(3 Suppl), S132-151. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2013.08.299>
- Cassidy, J. D., Carroll, L., Peloso, P., Borg, J., Von Holst, H., Holm, L., Kraus, J. et Coronado, V. (2004). Incidence, risk factors and prevention of mild traumatic brain injury: results of the WHO Collaborating Centre Task Force on Mild Traumatic Brain Injury. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 36(0), 28-60.
- Caze li, T., Knell, G. P., Abt, J. et Burkhart, S. O. (2020). Management and treatment of concussions via tele-concussion in a pediatric setting: Methodological approach and descriptive analysis. *JMIR Pediatric and Parenting*, 3(2), e19924. <https://doi.org/10.2196/19924>
- Center for Disease Control and Prevention (CDC). (2022). *Traumatic Brain injury & Concussion*. <https://www.cdc.gov/traumaticbraininjury/index.html>
- Chekroud, S. R., Gueorguieva, R., Zheutlin, A. B., Paulus, M., Krumholz, H. M., Krystal, J. H. et Chekroud, A. M. (2018). Association between physical exercise and mental

health in 1·2 million individuals in the USA between 2011 and 2015: A cross-sectional study. *The Lancet Psychiatry*, 5(9), 739-746. [https://doi.org/10.1016/S2215-0366\(18\)30227-X](https://doi.org/10.1016/S2215-0366(18)30227-X)

- Chin, L. M., Keyser, R. E., Dsurney, J. et Chan, L. (2015). Improved cognitive performance following aerobic exercise training in people with traumatic brain injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 96(4), 754-759. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2014.11.009>
- Chrisman, S. P. D., Whitlock, K. B., Mendoza, J. A., Burton, M. S., Somers, E., Hsu, A., Fay, L., Palermo, T. M. et Rivara, F. P. (2019). Pilot randomized controlled trial of an exercise program requiring minimal in-person visits for youth with persistent sport-related concussion. *Frontiers in Neurology*, 10, 623. <http://dx.doi.org/10.3389/fneur.2019.00623>
- Chrisman, S. P. D., Mendoza, J. A., Zhou, C., Palermo, T. M., Gogue-Garcia, T., Janz, K. F. et Rivara, F. P. (2021). Pilot study of telehealth delivered rehabilitative exercise for youth with concussion: the Mobile Subthreshold Exercise Program (MSTEP). *Frontiers in Pediatrics*, 9, 237. <https://doi.org/10.3389/fped.2021.645814>
- Chrisman, S. P. D., Whitlock, K. B., Somers, E., Burton, M. S., Herring, S. A., Rowhani-Rahbar, A. et Rivara, F. P. (2017). Pilot study of the Sub-Symptom Threshold Exercise Program (SSTEP) for persistent concussion symptoms in youth. *NeuroRehabilitation*, 40, 493-499. <https://doi.org/10.3233/NRE-161436>
- Churchill, N. W., Hutchison, M. G., Graham, S. J. et Schweizer, T. A. (2017). Symptom correlates of cerebral blood flow following acute concussion. *NeuroImage: Clinical*, 16, 234-239. <https://doi.org/10.1016/j.nicl.2017.07.019>
- Claassen, J. A. H. R., Thijssen, D. H. J., Panerai, R. B. et Faraci, F. M. (2021). Regulation of cerebral blood flow in humans: Physiology and clinical implications of autoregulation. *Physiological Reviews*, 101(4), 1487-1559. <https://doi.org/10.1152/physrev.00022.2020>
- Clausen, M., Pendergast, D. R., Willer, B. et Leddy, J. (2016). Cerebral blood flow during treadmill exercise is a marker of physiological postconcussion syndrome in female athletes. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 31(3), 215-224. <https://doi.org/10.1097/htr.0000000000000145>

- Colorafi, K. J., Evans, B. et Journal, D. (2016). Qualitative descriptive methods in health science research. *Health Environments Research*, 9(4), 16-25.
<https://doi.org/10.1177/1937586715614171>
- Cooksley, R., Maguire, E., Lannin, N. A., Unsworth, C. A., Farquhar, M., Galea, C., Mitra, B. et Schmidt, J. (2018). Persistent symptoms and activity changes three months after mild traumatic brain injury. *Australian Occupational Therapy Journal*, 65(3), 168-175.
<https://doi.org/10.1111/1440-1630.12457>
- Cooper, D. B., Bunner, A. E., Kennedy, J. E., Balldin, V., Tate, D. F., Eapen, B. C. et Jaramillo, C. A. (2015). Treatment of persistent post-concussive symptoms after mild traumatic brain injury: A systematic review of cognitive rehabilitation and behavioral health interventions in military service members and veterans. *Brain Imaging and Behavior*, 9(3), 403-420. <https://doi.org/10.1007/s11682-015-9440-2>
- Concussion in sport group. (2017). Sport concussion assessment tool - 5th edition. *British Journal of Sports Medicine*, 51(11), 851. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-097506SCAT5>
- Corallo, D. N. (2021). *Analysis of Biomarkers following an Aerobic Exercise Intervention for Individuals Recovering from Concussion* [mémoire de maîtrise inédit]. Université de Toronto.
- Damschroder, L. J., Aron, D. C., Keith, R. E., Kirsh, S. R., Alexander, J. A. et Lowery, J. C. (2009). Fostering implementation of health services research findings into practice: a consolidated framework for advancing implementation science. *Implementation Science*, 4(1), 50. <http://doi.org/10.1186/1748-5908-4-50>
- Department of Defense & Department of Veteran Affairs [VA/DoD]. (2016). *VA/DoD clinical practice guideline for management of concussion/mild traumatic brain injury*.
<https://www.healthquality.va.gov/guidelines/Rehab/mtbi/mTBICPGFullCPG50821816.pdf>
- Dewan, M. C., Rattani, A., Gupta, S., Baticulon, R. E., Hung, Y. C., Punchak, M., Agrawal, A., Adeleye, A. O., Shrimel, M. G., Rubiano, A. M., Rosenfeld, J. V. et Park, K. B. (2018). Estimating the global incidence of traumatic brain injury. *Journal of Neurosurgery*, 1-18. <https://doi.org/10.3171/2017.10.Jns17352>

- DiFazio, M., Silverberg, N. D., Kirkwood, M. W., Bernier, R. et Iverson, G. L. (2016). Prolonged activity restriction after concussion: Are we worsening outcomes? *Clinical Pediatrics*, 55(5), 443-451. <https://doi.org/10.1177/0009922815589914>
- Dodd, A. B., Lu, H., Wertz, C. J., Ling, J. M., Shaff, N. A., Wasserott, B. C., Meier, T. B., Park, G., Oglesbee, S. J., Phillips, J. P., Campbell, R. A., Liu, P. et Mayer, A. R. (2020). Persistent alterations in cerebrovascular reactivity in response to hypercapnia following pediatric mild traumatic brain injury. *Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism*, 40(12), 2491-2504. <https://doi.org/10.1177/0271678X19896883>
- Doré, I., O'Loughlin, J. L., Schnitzer, M. E., Datta, G. D. et Fournier, L. (2018). The longitudinal association between the context of physical activity and mental health in early adulthood. *Mental Health and Physical Activity*, 14, 121-130. <https://doi.org/10.1016/j.mhpa.2018.04.001>
- Doré, I., Sylvester, B., Sabiston, C., Sylvestre, M.-P., O'Loughlin, J., Brunet, J. et Bélanger, M. (2020). Mechanisms underpinning the association between physical activity and mental health in adolescence: a 6-year study. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 17(1), 9. <https://doi.org/10.1186/s12966-020-0911-5>
- Downs, S. H. et Black, N. (1998). The feasibility of creating a checklist for the assessment of the methodological quality both of randomised and non-randomised studies of health care interventions. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 52(6), 377-384. <https://doi.org/10.1136/jech.52.6.377>
- Eapen, B. C., Bowles, A. O., Sall, J., Lang, A. E., Hoppes, C. W., Stout, K. C., Kretzmer, T. et Cifu, D. X. (2022). The management and rehabilitation of post-acute mild traumatic brain injury. *Brain Injury*, 1-10. <https://doi.org/10.1080/02699052.2022.2033848>
- Echemendia, R. J., Meeuwisse, W., McCrory, P., Davis, G. A., Putukian, M., Leddy, J., Makdissi, M., Sullivan, S. J., Broglio, S. P., Raftery, M., Schneider, K., Kissick, J., McCrea, M., Dvořák, J., Sills, A. K., Aubry, M., Engebretsen, L., Loosemore, M., Fuller, G., Kutcher, J., Ellenbogen, R., Guskiewicz, K., Patricios, J. et Herring, S. (2017). The Sport Concussion Assessment Tool 5th Edition (SCAT5): Background and rationale. *British Journal of Sports Medicine*, 51(11), 848. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-097506>

- Edmonds, W. A. et Kennedy, T. D. (2017). Convergent parrallel approach. Dans W.A. Edmonds, et T. D. Kennedy. An applied guide to research designs: Quantitative, qualitative, and mixed methods. (2e éd.). SAGE Publications.
<https://doi.org/10.4135/9781071802779>
- Eldridge, S. M., Lancaster, G. A., Campbell, M. J., Thabane, L., Hopewell, S., Coleman, C. L. et Bond, C. M. (2016). Defining feasibility and pilot studies in preparation for randomised controlled trials: Development of a conceptual framework. *PLOS ONE*, *11*(3), e0150205. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0150205>
- Ellis, M. J., Leddy, J. et Willer, B. (2016). Multi-disciplinary management of athletes with post-concussion syndrome: An evolving pathophysiological approach. *Frontiers in Neurology*, *7*, 136. <https://doi.org/10.3389/fneur.2016.00136>
- Ellis, M. J., Leddy, J. J. et Willer, B. (2015). Physiological, vestibulo-ocular and cervicogenic post-concussion disorders: An evidence-based classification system with directions for treatment. *Brain Injury*, *29*(2), 238-248.
<https://doi.org/10.3109/02699052.2014.965207>
- Ellis, M. J., Normand, H., Gargaro, J., Bayley, M. et Russell, K. (2022). Current use and future considerations for concussion telemedicine healthcare in Canada. *Canadian Journal of Neurological Sciences / Journal Canadien des Sciences Neurologiques*, 1-17. <https://doi.org/10.1017/cjn.2022.18>
- Emanuelson, I., Andersson Holmkvist, E., Björklund, R. et Stålhammar, D. (2003). Quality of life and post-concussion symptoms in adults after mild traumatic brain injury: A population-based study in western. *Acta Neurologica Scandinavica*, *108*(5), 332-338.
<https://doi.org/10.1034/j.1600-0404.2003.00155.x>
- Englander, J., Bushnik, T., Oggins, J. et Katznelson, L. (2010). Fatigue after traumatic brain injury: Association with neuroendocrine, sleep, depression and other factors. *Brain Injury*, *24*(12), 1379-1388.
- Erickson, K. I., Hillman, C. H. et Kramer, A. F. (2015). Physical activity, brain, and cognition. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, *4*, 27-32.
<https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2015.01.005>

- Eysenbach, G. (2004). Improving the quality of web surveys: the checklist for reporting results of internet e-surveys (CHERRIES). *Journal of Medical Internet Research*, 6(3), e34. <https://doi.org/10.2196/jmir.6.3.e34>
- Feehan, L. M., Geldman, J., Sayre, E. C., Park, C., Ezzat, A. M., Yoo, J. Y., Hamilton, C. B. et Li, L. C. (2018). Accuracy of Fitbit Devices: Systematic Review and Narrative Syntheses of Quantitative Data. *JMIR Mhealth Uhealth*, 6(8), e10527. <https://doi.org/10.2196/10527>
- Fichtenberg, N. L., Putnam, S. H., Mann, N. R., Zafonte, R. D. et Millard, A. E. (2001). Insomnia Screening in Postacute Traumatic Brain Injury: Utility and Validity of the Pittsburgh Sleep Quality Index. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 80(5). <https://doi.org/10.1097/00002060-200105000-00003>
- Fogelman, D. et Zafonte, R. (2012). Exercise to enhance neurocognitive function after traumatic brain injury. *Physical medicine and rehabilitation*, 4(11), 908-913. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2012.09.028>
- Fondation ontarienne de neurotraumatologie (FON) (2018). *Guideline for concussion/mild traumatic brain injury & persistent symptoms, 3rd edition, for adults over 18 years of age*. <http://braininjuryguidelines.org/concussion/index.php?id=1>
- Fougeyrollas, P., Boucher, N., Fiset, D., Grenier, Y., Noreau, L., Philibert, M., Gascon, H., Morales, E. et Charrier, F. (2015). Handicap, environnement, participation sociale et droits humains : du concept d'accès à sa mesure. *Human Development, Disability, and Social Change*, 5-28. <https://doi.org/10.7202/1086792ar>
- French, D. J., Roach, P. J. et Mayes, S. (2002). Peur du mouvement chez des accidentés du travail: L'Échelle de Kinésiophobie de Tampa (EKT). [Fear of movement in injured workers: The Tampa Scale of Kinesiophobia.]. *Canadian Journal of Behavioural Science*, 34, 28-33. <https://doi.org/10.1037/h0087152>
- Fuchs, E. et Flügge, G. (2014). Adult neuroplasticity: More than 40 years of research. *Neural Plasticity*, 2014, 541870. <https://doi.org/10.1155/2014/541870>
- Fulk, G. D., Combs, S. A., Danks, K. A., Nirider, C. D., Raja, B. et Reisman, D. S. (2014). Accuracy of 2 Activity Monitors in Detecting Steps in People With Stroke and Traumatic Brain Injury. *Physical therapy*, 94(2), 222-229. <https://doi.org/10.2522/ptj.20120525>

- Fuller, D., Colwell, E., Low, J., Orychock, K., Tobin, M. A., Simango, B., Buote, R., Van Heerden, D., Luan, H., Cullen, K., Slade, L. et Taylor, N. G. A. (2020). Reliability and validity of commercially available wearable devices for measuring steps, energy expenditure, and heart rate: systematic review. *JMIR Mhealth Uhealth*, 8(9), e18694. <https://doi.org/10.2196/18694>
- Gagnon, I., Grilli, L., Friedman, D. et Iverson, G. L. (2016). A pilot study of active rehabilitation for adolescents who are slow to recover from sport-related concussion. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 26(3), 299-306. <https://doi.org/10.1111/sms.12441>
- Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., Lee, I. M., Nieman, D. C. et Swain, D. P. (2011). Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: Guidance for prescribing exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(7). <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318213fefb>
- Giagio, S., Innocenti, T., Salvioli, S., Lami, A., Meriggiola, M. C., Pillastrini, P. et Gava, G. (2021). Completeness of exercise reporting among randomized controlled trials on pelvic floor muscle training for women with pelvic organ prolapse: A systematic review. *Neurourology and Urodynamics*, 40(6), 1424-1432. <https://doi.org/10.1002/nau.24712>
- Giza, C., Greco, T. et Prins, M. L. (2018). Concussion: Pathophysiology and clinical translation. *Handbook of Clinical Neurology*, 158, 51-61. <https://doi.org/10.1016/b978-0-444-63954-7.00006-9>
- Gligoroska, J. P. et Manchevska, S. (2012). The effect of physical activity on cognition - physiological mechanisms. *Materia Sociomedica*, 24(3), 198-202. <https://doi.org/10.5455/msm.2012.24.198-202>
- Gouvier, W. D., Cubic, B., Jones, G., Brantley, P. et Cutlip, Q. (1992). Postconcussion symptoms and daily stress in normal and head-injured college populations. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 7(3), 193-211. <https://doi.org/10.1093/arclin/7.3.193>
- Graham, I. D., Logan, J., Harrison, M. B., Straus, S. E., Tetroe, J., Caswell, W. et Robinson, N. (2006). Lost in knowledge translation: Time for a map? *Journal of Continuing Education in the Health Professions*, 26(1), 13-24. <https://doi.org/10.1002/chp.47>

- Grandhi, R., Tavakoli, S., Ortega, C. et Simmonds, M. J. (2017). A review of chronic pain and cognitive, mood, and motor dysfunction following mild traumatic brain injury: Complex, comorbid, and/or overlapping conditions? *Brain Science*, 7(12).
<https://doi.org/10.3390/brainsci7120160>
- Graves, J. M., Mackelprang, J. L., Moore, M., Abshire, D. A., Rivara, F. P., Jimenez, N., Fuentes, M. et Vavilala, M. S. (2019). Rural-urban disparities in health care costs and health service utilization following pediatric mild traumatic brain injury. *Health Services Research*, 54(2), 337-345. <https://doi.org/10.1111/1475-6773.13096>
- Griesbach, G. S., Hovda, D. A., Molteni, R., Wu, A. et Gomez-Pinilla, F. (2004). Voluntary exercise following traumatic brain injury: Brain-derived neurotrophic factor upregulation and recovery of function. *Neuroscience*, 125(1), 129-139.
<https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2004.01.030>
- Griffin, É. W., Mullally, S., Foley, C., Warmington, S. A., O'Mara, S. M. et Kelly, Á. M. (2011). Aerobic exercise improves hippocampal function and increases BDNF in the serum of young adult males. *Physiology & Behavior*, 104(5), 934-941.
<https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2011.06.005>
- Grool, A. M., Aglipay, M., Momoli, F., Meehan Iii, W. P., Freedman, S. B., Yeates, K. O., Gravel, J., Gagnon, I., Boutis, K., Meeuwisse, W., Barrowman, N., Ledoux, A.-A., Osmond, M. H., Zemek, R. et Meehan, W. P. (2016). Association between early participation in physical activity following acute concussion and persistent postconcussive symptoms in children and adolescents. *JAMA: Journal of the American Medical Association*, 316(23), 2504-2514. <https://doi.org/10.1001/jama.2016.17396>
- Gulliford, M., Figueroa-Munoz, J., Morgan, M., Hughes, D., Gibson, B., Beech, R. et Hudson, M. (2002). What does 'access to health care' mean? *Journal of Health Service Research Policy*, 7(3), 186-188. <https://doi.org/10.1258/135581902760082517>
- Gunnell, K. E., Bélanger, M. et Brunet, J. (2016). A tale of two models: Changes in psychological need satisfaction and physical activity over 3 years. *Health Psychology*, 35, 167-177. <https://doi.org/10.1037/hea0000259>
- Gurley, J. M., Hujsak, B. D. et Kelly, J. L. (2013). Vestibular rehabilitation following mild traumatic brain injury. *NeuroRehabilitation*, 32(3), 519-528.
<https://doi.org/10.3233/nre-130874>

- Haarbauer-Krupa, J., Arbogast, K. B., Metzger, K. B., Greenspan, A. I., Kessler, R., Curry, A. E., Bell, J. M., DePadilla, L., Pfeiffer, M. R., Zonfrillo, M. R. et Master, C. L. (2018). Variations in mechanisms of injury for children with concussion. *The Journal of Pediatrics*, 197, 241-248. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2018.01.075>
- Haider, M. N., Bezherano, I., Wertheimer, A., Siddiqui, A. H., Horn, E. C., Willer, B. S. et Leddy, J. J. (2020). Exercise for sport-related concussion and persistent postconcussive symptoms. *Sports Health*, 13(2), 154-160. <https://doi.org/10.1177/1941738120946015>
- Haider, M. N., Bezherano, I., Wertheimer, A., Siddiqui, A. H., Horn, E. C., Willer, B. S. et Leddy, J. J. (2021). Exercise for sport-related concussion and persistent postconcussive symptoms. *Sports Health A Multidisciplinary Approach*, 13(2), 154-160. <https://doi.org/10.1177/1941738120946015>
- Han, P., Zhang, W., Kang, L., Ma, Y., Fu, L., Jia, L., Yu, H., Chen, X., Hou, L., Wang, L., Yu, X., Kohzuki, M. et Guo, Q. (2017). Clinical evidence of exercise benefits for stroke. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 1000, 131-151. https://doi.org/10.1007/978-981-10-4304-8_9
- Harvey, L. A. et Close, J. C. T. (2012). Traumatic brain injury in older adults: Characteristics, causes and consequences. *Injury*, 43(11), 1821-1826. [/https://doi.org/10.1016/j.injury.2012.07.188](https://doi.org/10.1016/j.injury.2012.07.188)
- Hassett, L., Moseley, A. M. et Harmer, A. R. (2017, Dec 29). Fitness training for cardiorespiratory conditioning after traumatic brain injury. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 12, Cd006123. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD006123.pub3>
- Herrmann, C. (1997). International experiences with the Hospital Anxiety and Depression Scale-A review of validation data and clinical results. *Journal of Psychosomatic Research*, 42(1), 17-41. [https://doi.org/10.1016/S0022-3999\(96\)00216-4](https://doi.org/10.1016/S0022-3999(96)00216-4)
- Hirsch, S., Reichold, J., Schneider, M., Székely, G. et Weber, B. (2012). Topology and hemodynamics of the cortical cerebrovascular system. *Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism*, 32(6), 952-967. <https://doi.org/10.1038/jcbfm.2012.39>
- Hötting, K., Schickert, N., Kaiser, J., Röder, B. et Schmidt-Kassow, M. (2016). The effects of acute physical exercise on memory, peripheral bdnf, and cortisol in young adults. *Neural Plasticity*, 6860573. <https://doi.org/10.1155/2016/6860573>

- Hou, R., Moss-Morris, R., Peveler, R., Mogg, K., Bradley, B. P. et Belli, A. (2012). When a minor head injury results in enduring symptoms: A prospective investigation of risk factors for postconcussional syndrome after mild traumatic brain injury. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 83(2), 217. <https://doi.org/10.1136/jnnp-2011-300767>
- Howell, D. R., Hunt, D. L., Aaron, S. E., Hamner, J. W., Meehan, W. P. et Tan, C. O. (2021). Association of hemodynamic and cerebrovascular responses to exercise with symptom severity in adolescents and young adults with concussion. *Neurology*, 97(22), e2204. <https://doi.org/10.1212/WNL.00000000000012929>
- Howell, D. R., Taylor, J. A., Tan, C. O., Orr, R. et Meehan, W. P. (2019). The role of aerobic exercise in reducing persistent sport-related concussion symptoms. *Medicine and Science in Sports & Exercise*, 51(4), 647-652. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000001829>
- Imhoff, S., Fait, P., Carrier-Toutant, F. et Geneviève, B. (2017). Efficiency of an active rehabilitation intervention in a slow-to-recover paediatric population following a sport-related concussion. *British Journal of Sports Medicine*, 51(11), A85-A85. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-097270.220>
- Instituts de Recherche Canadien en Santé (IRSC). (2012). *Guide to knowledge translation planning at CIHR: Integrated and end-of-grant approaches*. <https://cihr-irsc.gc.ca/e/45321.html>
- Instituts de recherche en santé du Canada (2016). *Application des connaissances*. Instituts de recherche en santé du Canada. <https://cihr-irsc.gc.ca/f/29418.html#4.1>
- Irvine, K.-A. et Clark, J. D. (2017). Chronic pain after traumatic brain injury: Pathophysiology and pain mechanisms. *Pain Medicine*, 19(7), 1315-1333. <https://doi.org/10.1093/pm/pnx153>
- Iverson, G. L., Gardner, A. J., Terry, D. P., Ponsford, J. L., Sills, A. K., Broshek, D. K. et Solomon, G. S. (2017). Predictors of clinical recovery from concussion: A systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 51(12), 941-948. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-097729>

- Joss, N., Cooklin, A. et Oldenburg, B. (2016). A scoping review of end user involvement in disability research. *Disability and Health Journal*, 9(2), 189-196.
<https://doi.org/10.1016/j.dhjo.2015.10.001>
- Kamins, J. et Giza, C. C. (2016). Concussion-mild traumatic brain injury: Recoverable injury with potential for serious sequelae. *Neurosurgery Clinics of North America*, 27(4), 441-452. <https://doi.org/10.1016/j.nec.2016.05.005>
- Kayo, A. H., Peccin, M. S., Sanches, C. M. et Trevisani, V. F. M. (2012). Effectiveness of physical activity in reducing pain in patients with fibromyalgia: A blinded randomized clinical trial. *Rheumatology International*, 32(8), 2285-2292.
<https://doi.org/10.1007/s00296-011-1958-z>
- Kelly, P., Williamson, C., Niven, A. G., Hunter, R., Mutrie, N. et Richards, J. (2018). Walking on sunshine: Scoping review of the evidence for walking and mental health. *British Journal of Sports Medicine*, 52(12), 800. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098827>
- Kenzie, E. S., Parks, E. L., Bigler, E. D., Lim, M. M., Chesnutt, J. C. et Wakeland, W. (2017). Concussion as a multi-scale complex system: an interdisciplinary synthesis of current knowledge. *Frontiers in Neurology*, 8, 513. <https://doi.org/10.3389/fneur.2017.00513>
- Kenzie, E. S., Parks, E. L., Bigler, E. D., Wright, D. W., Lim, M. M., Chesnutt, J. C., Hawryluk, G. W. J., Gordon, W. et Wakeland, W. (2018). The dynamics of concussion: mapping pathophysiology, persistence, and recovery with causal-loop diagramming. *Frontiers in Neurology*, 9, 203.
<https://doi.org/10.3389/fneur.2018.00203>
- King, N. S., Crawford, S., Wenden, F. J., Moss, N. E. G. et Wade, D. T. (1995). The Rivermead Post Concussion Symptoms Questionnaire: a measure of symptoms commonly experienced after head injury and its reliability. *Journal of Neurology*, 242(9), 587-592. <https://doi.org/10.1007/BF00868811>
- Kirkland, R. A., Karlin, N. J., Stellino, M. B. et Pulos, S. (2011). Basic Psychological Needs Satisfaction, Motivation, and Exercise in Older Adults. *Activities, Adaptation & Aging*, 35(3), 181-196. <https://doi.org/10.1080/01924788.2011.596764>
- Kleffelgaard, I., Soberg, H. L., Bruusgaard, K. A., Tamber, A. L. et Langhammer, B. (2016). Vestibular rehabilitation after traumatic brain injury: Case series. *Physical Therapy*, 96(6), 839-849. <https://doi.org/10.2522/ptj.20150095>

- Kolakowsky-Hayner, S. A., Bellon, K., Toda, K., Bushnik, T., Wright, J., Isaac, L. et Englander, J. (2017). A randomised control trial of walking to ameliorate brain injury fatigue: A NIDRR TBI model system centre-based study. *Neuropsychology Rehabilitation*, 27(7), 1002-1018. <https://doi.org/10.1080/09602011.2016.1229680>
- Kondracki, N. L., Wellman, N. S. et Amundson, D. R. (2002). Content analysis: Review of methods and their applications in nutrition education. *Journal of Nutrition Education Behavior*, 34(4), 224-230.
- Kontos, A. P., Eagle, S. R., Holland, C. L., Thomas, D., Hickey, R., Santucci, C. et Collins, M. W. (2021). Effects of the covid-19 pandemic on patients with concussion presenting to a specialty clinic. *Journal of Neurotrauma*, 38(20), 2918-2922. <https://doi.org/10.1089/neu.2021.0203>
- Korley, F. K., Diaz-Arrastia, R., Wu, A. H., Yue, J. K., Manley, G. T., Sair, H. I., Van Eyk, J., Everett, A. D., Okonkwo, D. O., Valadka, A. B., Gordon, W. A., Maas, A. I., Mukherjee, P., Yuh, E. L., Lingsma, H. F., Puccio, A. M. et Schnyer, D. M. (2016). Circulating brain-derived neurotrophic factor has diagnostic and prognostic value in traumatic brain injury. *Journal of Neurotrauma*, 33(2), 215-225. <https://doi.org/10.1089/neu.2015.3949>
- Kramer, A. F. et Erickson, K. I. (2007). Effects of physical activity on cognition, well-being, and brain: Human interventions. *Alzheimer's & Dementia*, 3(2, Supplement), S45-S51. <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2007.01.008>
- Kreber, L. A. et Griesbach, G. S. (2016). The interplay between neuropathology and activity based rehabilitation after traumatic brain injury. *Brain Research*, 1640(Pt A), 152-163. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2016.01.016>
- Kredlow, M. A., Capozzoli, M. C., Hearon, B. A., Calkins, A. W. et Otto, M. W. (2015). The effects of physical activity on sleep: a meta-analytic review. *Journal of Behavioral Medicine*, 38(3), 427-449. <https://doi.org/10.1007/s10865-015-9617-6>
- Kurowski, B. G., Hugentobler, J., Quatman-Yates, C., Taylor, J., Gubanich, P. J., Altaye, M. et Wade, S. L. (2017). Aerobic exercise for adolescents with prolonged symptoms after mild traumatic brain injury: An exploratory randomized clinical trial. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 32(2), 79-89. <https://doi.org/10.1097/htr.0000000000000238>

- Kyu, H. H., Bachman, V. F., Alexander, L. T., Mumford, J. E., Afshin, A., Estep, K., Veerman, J. L., Delwiche, K., Iannarone, M. L., Moyer, M. L., Cercey, K., Vos, T., Murray, C. J. et Forouzanfar, M. H. (2016). Physical activity and risk of breast cancer, colon cancer, diabetes, ischemic heart disease, and ischemic stroke events: Systematic review and dose-response meta-analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *BMJ*, 354, i3857. <https://doi.org/10.1136/bmj.i3857>
- Lal, A., Kolakowsky-Hayner, S. A., Ghajar, J. et Balamane, M. (2018). The Effect of Physical Exercise After a Concussion: A Systematic Review and Meta-analysis. *American Journal of Sports Medicine*, 46(3), 743-752. <https://doi.org/10.1177/0363546517706137>
- Langer, L., Levy, C. et Bayley, M. (2020). Increasing incidence of concussion: True epidemic or better recognition? *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 35(1), E60-E66. <https://doi.org/10.1097/htr.0000000000000503>
- Langevin, P., Frémont, P., Fait, P., Dubé, M.-O., Bertrand-Charette, M. et Roy, J.-S. (2020). Aerobic exercise for sport-related concussion: A systematic review and meta-analysis. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 52(12), 2491-2499. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000002402>
- Larson, E. B., Wang, L., Bowen, J. D., McCormick, W. C., Teri, L., Crane, P. et Kukull, W. (2006). Exercise is associated with reduced risk for incident dementia among persons 65 years of age and older. *Annals of Internal Medicine*, 144(2), 73-81. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-144-2-200601170-00004>
- Law, L. F. et Sluka, K. A. (2017). How does physical activity modulate pain? *Pain*, 158(3), 369-370. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000000792>
- Leddy, J. J., Baker, J. G., Kozlowski, K., Bisson, L. et Willer, B. (2011). Reliability of a graded exercise test for assessing recovery from concussion. *Clinical Journal of Sports Medicine*, 21(2), 89-94. <https://doi.org/10.1097/JSM.0b013e3181fdc721>
- Leddy, J. J., Cox, J. L., Baker, J. G., Wack, D. S., Pendergast, D. R., Zivadinov, R. et Willer, B. (2013). Exercise treatment for postconcussion syndrome: A pilot study of changes in functional magnetic resonance imaging activation, physiology, and symptoms. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 28(4), 241-249. <https://doi.org/10.1097/HTR.0b013e31826da964>

- Leddy, J. J., Haider, M. N., Ellis, M. et Willer, B. S. (2018). Exercise is medicine for concussion. *Current sports medicine reports*, 17(8), 262-270.
<https://doi.org/10.1249/JSR.0000000000000505>
- Leddy, J. J., Haider, M. N., Ellis, M. J., Mannix, R., Darling, S. R., Freitas, M. S., Suffoletto, H. N., Leiter, J., Cordingley, D. M. et Willer, B. (2019). Early subthreshold aerobic exercise for sport-related concussion: a randomized clinical trial. *JAMA Pediatrics*, 173(4), 319-325. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2018.4397>
- Leddy, J. J., Kozlowski, K., Donnelly, J. P., Pendergast, D. R., Epstein, L. H. et Willer, B. (2010). A preliminary study of subsymptom threshold exercise training for refractory post-concussion syndrome. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 20(1), 21-27.
<https://doi.org/10.1097/JSM.0b013e3181c6c22c>
- Levac, D., Colquhoun, H. et O'Brien, K. K. (2010). Scoping studies: Advancing the methodology. *Implementation Science*, 5(1), 69. <https://doi.org/10.1186/1748-5908-5-69>
- Li, C., Wang, C. K. J., Pyun, D. Y. et Kee, Y. H. (2013). Burnout and its relations with basic psychological needs and motivation among athletes: A systematic review and meta-analysis. *Psychology of Sport and Exercise*, 14(5), 692-700.
<https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2013.04.009>
- Lima, L. V., Abner, T. S. S. et Sluka, K. A. (2017). Does exercise increase or decrease pain? Central mechanisms underlying these two phenomena. *The Journal of Physiology*, 595(13), 4141-4150. <https://doi.org/10.1113/JP273355>
- Lucas, S., Hoffman, J. M., Bell, K. R. et Dikmen, S. (2014). A prospective study of prevalence and characterization of headache following mild traumatic brain injury. *Cephalalgia : an International Journal of Headaches*, 34(2), 93-102.
<https://doi.org/10.1177/0333102413499645>
- Mack, D. E., Wilson, P. M., Santos, E. et Brooks, K. (2018). Standards of reporting: the use of CONSORT PRO and CERT in individuals living with osteoporosis. *Osteoporosis International*, 29(2), 305-313. <https://doi.org/10.1007/s00198-017-4249-z>
- Macnow, T., Curran, T., Tolliday, C., Martin, K., McCarthy, M., Ayturk, D., Babu, K. M. et Mannix, R. (2021). Effect of Screen Time on Recovery From Concussion: A

- Randomized Clinical Trial. *JAMA pediatrics*, 175(11), 1124-1131.
<https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2021.2782>
- Maerlender, A., Rieman, W., Lichtenstein, J. et Condiracci, C. (2015). Programmed physical exertion in recovery from sports-related concussion: a randomized pilot study. *Developmental Neuropsychology*, 40(5), 273-278.
<https://doi.org/10.1080/87565641.2015.1067706>
- Majerske, C. W., Mihalik, J. P., Ren, D., Collins, M. W., Reddy, C. C., Lovell, M. R. et Wagner, A. K. (2008). Concussion in sports: Postconcussive activity levels, symptoms, and neurocognitive performance. *Journal of Athletic Training*, 43(3), 265-274.
<https://doi.org/10.4085/1062-6050-43.3.265>
- Makdissi, M., Schneider, K. J., Feddermann-Demont, N., Guskiewicz, K. M., Hinds, S., Leddy, J. J., McCrea, M., Turner, M. et Johnston, K. M. (2017). Approach to investigation and treatment of persistent symptoms following sport-related concussion: A systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 51(12), 958. <http://doi.org/10.1136/bjsports-2016-097470>
- Manoli, R., Chartaux-Danjou, L., Delecroix, H., Daveluy, W. et Moroni, C. (2020). Is Multidimensional Fatigue Inventory (MFI-20) adequate to measure brain injury related fatigue? *Disability and Health Journal*, 13(3),
<https://doi.org/10.1016/j.dhjo.2020.100913>
- Marshall, S., Bayley, M., McCullagh, S., Velikonja, D., Berrigan, L., Ouchterlony, D. et Weegar, K. (2015). Updated clinical practice guidelines for concussion/mild traumatic brain injury and persistent symptoms. *Brain Injury*, 29(6), 688-700.
<https://doi.org/10.3109/02699052.2015.1004755>
- Mayer, C. L., Huber, B. R. et Peskind, E. (2013). Traumatic brain injury, neuroinflammation, and post-traumatic headaches. *Headache: the Journal of Head and Face Pain*, 53(9), 1523-1530. <http://doi.org/10.1111/head.12173>
- McKinnon, K., Hunt, A. et Knight, K. (2021). Does screen time affect recovery from concussion in adolescents? *Archives of Disease in Childhood*, 106(7), 720.
<https://doi.org/10.1136/archdischild-2020-320767>
- McCrory, P., Johnston, K., Meeuwisse, W., Aubry, M., Cantu, R., Dvorak, J., Graf-Baumann, T., Kelly, J., Lovell, M. et Schamasch, P. (2005). Summary and agreement statement

- of the 2nd International Conference on Concussion in Sport, Prague 2004. *British Journal of Sports Medicine*, 39(4), 196. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2005.018614>
- McCrorry, P., Meeuwisse, W., Dvorak, J., Aubry, M., Bailes, J., Broglio, S., Cantu, R. C., Cassidy, D., Echemendia, R. J., Castellani, R. J., Davis, G. A., Ellenbogen, R., Emery, C., Engebretsen, L., Feddermann-Demont, N., Giza, C. C., Guskiewicz, K. M., Herring, S., Iverson, G. L.,... Vos, P. E. (2017). Consensus statement on concussion in sport— The 5th international conference on concussion in sport held in Berlin, October 2016. *British Journal of Sports Medicine*, 51(11), 838-847. <http://doi.org/10.1136/bjsports-2017-097699>
- McCrorry, P., Meeuwisse, W., Johnston, K., Dvorak, J., Aubry, M., Molloy, M. et Cantu, R. (2009). Consensus statement on concussion in sport – the 3rd International Conference on Concussion in Sport held in Zurich, November 2008. *South African Journal of Sports Medicine*, 21(2). <https://doi.org/10.17159/2078-516X/2009/v21i2a296>
- McGeown, J. P., Zerpa, C., Lees, S., Niccoli, S. et Sanzo, P. (2018). Implementing a structured exercise program for persistent concussion symptoms: A pilot study on the effects on salivary brain-derived neurotrophic factor, cognition, static balance, and symptom scores. *Brain Injury*, 32(12), 1556-1565. <https://doi.org/10.1080/02699052.2018.1498128>
- McIntyre, M., Kempenaar, A., Amiri, M., Alavinia, S. M. et Kumbhare, D. (2020). The role of subsymptom threshold aerobic exercise for persistent concussion symptoms in patients with postconcussion syndrome: a systematic review. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 99(3), 257-264. <https://doi.org/10.1097/phm.0000000000001340>
- McPherson, J. I., Saleem, G. T., Haider, M. N., Leddy, J. J., Torres, D. M. et Willer, B. (2022). Practical management: Telehealth examination for sport-related concussion in the outpatient setting. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 32(1), S8-S9. <https://doi.org/10.1212/01.wnl.0000801808.74733.1d>
- Menon, D. K., Schwab, K., Wright, D. W. et Maas, A. I. (2010). Position statement: Definition of traumatic brain injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 91(11), 1637-1640. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2010.05.017>

- Mercier, L. J., Fung, T. S., Harris, A. D., Dukelow, S. P. et Debert, C. T. (2020). Improving symptom burden in adults with persistent post-concussive symptoms: a randomized aerobic exercise trial protocol. *BMC Neurology*. <https://doi.org/10.1186/s12883-020-1622-x>
- Mercier, L. J., Kowalski, K., Fung, T. S., Joyce, J. M., Yeates, K. O. et Debert, C. T. (2021). Characterizing physical activity and sedentary behavior in adults with persistent postconcussive symptoms after mild traumatic brain injury. *Archives of Physical Medicine Rehabilitation*, *102*(10), 1918-1925.e1911. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2021.05.002>
- Mercier, L. J., Batycky, J., Campbell, C., Schneider, K., Smirl, J. et Debert, C. T. (2022). Autonomic dysfunction in adults following mild traumatic brain injury: A systematic review. *NeuroRehabilitation*, *50*, 3-32. <https://doi.org/10.3233/NRE-210243>
- Michie, S., Johnston, M., Francis, J., Hardeman, W. et Eccles, M. (2008). From Theory to Intervention: Mapping Theoretically Derived Behavioural Determinants to Behaviour Change Techniques. *Applied Psychology*, *57*(4), 660-680. <https://doi.org/10.1111/j.1464-0597.2008.00341.x>
- Michie, S., Richardson, M., Johnston, M., Abraham, C., Francis, J., Hardeman, W., Eccles, M. P., Cane, J. et Wood, C. E. (2013). The behavior change technique taxonomy (v1) of 93 hierarchically clustered techniques: building an international consensus for the reporting of behavior change interventions. *Journal of Annals of Behavioral Medicine*, *46*(1), 81-95. <https://doi.org/10.1007/s12160-013-9486-6>
- Miles, M. B., Huberman, A. M. et Saldaña, J. (2014). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook*. (3e éd.) Sage publications.
- Moore, B. M., Adams, J. T. et Barakatt, E. (2016). Outcomes following a vestibular rehabilitation and aerobic training program to address persistent post-concussion symptoms an exploratory study. *Journal of Allied Health*, *45*(4), 59E-68E.
- Murray, D. A., Meldrum, D. et Lennon, O. (2017). Can vestibular rehabilitation exercises help patients with concussion? A systematic review of efficacy, prescription and progression patterns. *British Journal of Sports Medicine*, *51*(5), 442. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096081>

- Naugle, K. M., Corrona, S., Smith, J. A., Nguyen, T., Saxe, J. et White, F. A. (2021). Physical activity behavior in the first month after mild traumatic brain injury is associated with physiological and psychological risk factors for chronic pain. *Pain Reports*, 6(4), e969. <https://doi.org/10.1097/pr9.0000000000000969>
- Ohannessian, R., Duong, T. A. et Odone, A. (2020). Global telemedicine implementation and integration within health systems to fight the covid-19 pandemic: A call to action. *JMIR Public Health Surveillance*, 6(2), e18810. <https://doi.org/10.2196/18810>
- Oja, P., Kelly, P., Murtagh, E. M., Murphy, M. H., Foster, C. et Titze, S. (2018). Effects of frequency, intensity, duration and volume of walking interventions on CVD risk factors: A systematic review and meta-regression analysis of randomised controlled trials among inactive healthy adults. *British Journal of Sports Medicine*, 52(12), 769. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098558>
- Olafsdottir, G., Cloke, P., Schulz, A., van Dyck, Z., Eysteinnsson, T., Thorleifsdottir, B. et Vögele, C. (2018). Health benefits of walking in nature: A randomized controlled study under conditions of real-life stress. *Environment and Behavior*, 52(3), 248-274. <https://doi.org/10.1177/0013916518800798>
- Orff, H. J., Ayalon, L. et Drummond, S. P. (2009). Traumatic brain injury and sleep disturbance: A review of current research. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 24(3), 155-165. <https://doi.org/10.1097/HTR.0b013e3181a0b281>
- Organisation Mondiale de la Santé (OMS). (2001). *Classification internationale du Fonctionnement, du handicap et de la santé*. <https://www.who.int/classifications/international-classification-of-functioning-disability-and-health>
- Organisation mondiale de la santé (OMS) (2018). *Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health*. <https://www.who.int/dietphysicalactivity/pa/en/>
- Penchansky, R. et Thomas, J. W. (1981). The Concept of Access: Definition and Relationship to Consumer Satisfaction. *Medical care*, 19(2), 127-140. <http://www.jstor.org/stable/3764310>
- Petchprapai, N. et Winkelman, C. (2007). Mild Traumatic Brain Injury: Determinants and Subsequent Quality of Life. A Review of the Literature. *Journal of Neuroscience Nursing*, 39(5).

https://journals.lww.com/jnnonline/Fulltext/2007/10000/Mild_Traumatic_Brain_Injury__Determinants_and.2.aspx

- Perroux, M., Lefebvre, H., Levert, M.-J. et Malo, D. (2013). Besoins perçus et participation sociale des personnes ayant un traumatisme crânien léger. *Santé Publique*, 25(6), 728. <https://doi.org/10.3917/spub.136.0719>
- Perry, S. A., Coetzer, R. et Saville, C. (2018). The effectiveness of physical exercise as an intervention to reduce depressive symptoms following traumatic brain injury: A meta-analysis and systematic review. *Neuropsychol Rehabilitation*, 30(3), 564-578. <https://doi.org/10.1080/09602011.2018.1469417>
- Petchprapai, N. et Winkelman, C. (2007). Mild traumatic brain injury: Determinants and subsequent quality of life. A review of the literature. *Journal of Neuroscience Nursing*, 39(5), 260-272.
- Polinder, S., Cnossen, M. C., Real, R. G. L., Covic, A., Gorbunova, A., Voormolen, D. C., Master, C. L., Haagsma, J. A., Diaz-Arrastia, R. et von Steinbuechel, N. (2018). A multidimensional approach to post-concussion symptoms in mild traumatic brain injury. *Frontiers in Neurology*, 9, 1113. <https://doi.org/10.3389/fneur.2018.01113>
- Ponsford, J. L., Ziino, C., Parcell, D. L., Shekleton, J. A., Roper, M., Redman, J. R., Phipps-Nelson, J. et Rajaratnam, S. M. (2012). Fatigue and sleep disturbance following traumatic brain injury - Their nature, causes, and potential treatments. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 27(3), 224-233. <https://doi.org/10.1097/HTR.0b013e31824ee1a8>
- Ponto, J. (2015). Understanding and evaluating survey research. *Journal of the Advanced Practitioner in Oncology*, 6(2), 168-171.
- Quatman-Yates, C., Cupp, A., Gunsch, C., Haley, T., Vaculik, S. et Kujawa, D. (2016). Physical rehabilitation interventions for post-mTBI symptoms lasting greater than 2 weeks: Systematic review. *Physical therapy*, 96(11), 1753-1763. <https://doi.org/10.2522/ptj.20150557>
- Reddy, C. C. et Collins, M. W. (2009). Sports concussion: Management and predictors of outcome. *Current Sports Medicine Reports*, 8(1), 10-15. <https://doi.org/10.1249/JSR.0b013e31819539ca>

- Register-Mihalik, J. K., Vander Vegt, C. B., Cools, M. et Carnerio, K. (2018). Factors associated with sport-related post-concussion headache and opportunities for treatment. *Current Pain and Headache Reports*, 22(11), 75.
<https://doi.org/10.1007/s11916-018-0724-2>
- Reinking, S., Seehusen, C. N., Walker, G. A., Wilson, J. C. et Howell, D. R. (2022). Transitory kinesiphobia after sport-related concussion and its correlation with reaction time. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 25(1), 20-24.
[/https://doi.org/10.1016/j.jsams.2021.07.010](https://doi.org/10.1016/j.jsams.2021.07.010)
- Roberge, P., Doré, I., Menear, M., Chartrand, É., Ciampi, A., Duhoux, A. et Fournier, L. (2013). A psychometric evaluation of the French Canadian version of the Hospital Anxiety and Depression Scale in a large primary care population. *Journal of Affective Disorders*, 147(1-3), 171-179. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2012.10.029>
- Rutschmann, T. D., Miutz, L. N., Toomey, C. M., Yeates, K. O., Emery, C. A. et Schneider, K. J. (2021). Changes in exertion-related symptoms in adults and youth who have sustained a sport-related concussion. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 24(1), 2-6. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2020.06.005>
- Ryan, R. M. et Deci, E. L. (2017). Self-determination theory: Basic psychological needs in motivation, development, and wellness. Guilford Publications.
- Saatman, K. E., Duhaime, A.-C., Bullock, R., Maas, A. I. R., Valadka, A., Manley, G. T., Workshop Scientific, T. et Advisory Panel, M. (2008). Classification of traumatic brain injury for targeted therapies. *Journal of Neurotrauma*, 25(7), 719-738.
<https://doi.org/10.1089/neu.2008.0586>
- Saunders, D. H., Greig, C. A. et Mead, G. E. (2014). Physical activity and exercise after stroke. *Stroke*, 45(12), 3742-3747. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.114.004311>
- Saxena, S., Van Ommeren, M., Tang, K. C. et Armstrong, T. P. (2005). Mental health benefits of physical activity. *Journal of Mental Health*, 14(5), 445-451.
<https://doi.org/10.1080/09638230500270776>
- Schlemmer, E. et Nicholson, N. (2022). Vestibular Rehabilitation Effectiveness for Adults With Mild Traumatic Brain Injury/Concussion: A Mini-Systematic Review. *American Journal of Audiology*, 31(1), 228-242. https://doi.org/10.1044/2021_AJA-21-00165

- Schneider, K. J., Leddy, J. J., Guskiewicz, K. M., Seifert, T., McCrea, M., Silverberg, N. D., Feddermann-Demont, N., Iverson, G. L., Hayden, A. et Makdissi, M. (2017). Rest and treatment/rehabilitation following sport-related concussion: A systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 51(12), 930-934. <http://doi.org/10.1136/bjsports-2016-097475>
- Sekhon, M., Cartwright, M. et Francis, J. J. (2017). Acceptability of healthcare interventions: an overview of reviews and development of a theoretical framework. *BMC health services research*, 17(1), 88. <https://doi.org/10.1186/s12913-017-2031-8>
- Seo, D.-Y., Heo, J.-W., Ko, J. R. et Kwak, H.-B. (2019). Exercise and neuroinflammation in health and disease. *International Neuropsychology Journal*, 23(Suppl 2), S82-S92. <https://doi.org/10.5213/inj.1938214.107>
- Sigurdardottir, S., Andelic, N., Roe, C., Jerstad, T. et Schanke, A.-K. (2009). Post-concussion symptoms after traumatic brain injury at 3 and 12 months post-injury: A prospective study. *Brain Injury*, 23(6), 489-497. <https://doi.org/10.1080/02699050902926309>
- Silva, A. G., Simões, P., Queirós, A., Rodrigues, M. et Rocha, N. P. (2020). Mobile apps to quantify aspects of physical activity: a systematic review on its reliability and validity. *Journal of Medical Systems*, 44(2), 51. <https://doi.org/10.1007/s10916-019-1506-z>
- Silverberg, N. et Cassetta, B. (2019). Correlates of fear avoidance behavior after mild traumatic brain injury. *Archives of Physical Medicine Rehabilitation*, 100(12), e172. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2019.10.029>
- Silverberg N., Iaccarino M.A., Panenka, W.J., Iverson G.L., McCulloch K.L., Dams-O'Connor K., Reed N., McCrea M., Cogan A.M., Graf M.J.P., Kajankova M., McKinney G., Jamora C., American Congress of Rehabilitation Medicine Brain Injury Interdisciplinary Special Interest Group Mild TBI Task Force. (2020) Management of Concussion and Mild Traumatic Brain Injury: A Synthesis of Practice Guidelines. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 101(2), 382-393. <http://doi.org/10.1016/j.apmr.2019.10.179>
- Silverberg, N. D. et Iverson, G. L. (2013). Is rest after concussion "the best medicine?": Recommendations for activity resumption following concussion in athletes, civilians, and military service members. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 28(4), 250-259. <http://doi.org/10.1097/HTR.0b013e31825ad658>

- Silverberg, N. D., Iverson, G. L. et Panenka, W. (2017). Cogniphobia in mild traumatic brain injury. *Journal of Neurotrauma*, 34(13), 2141-2146.
<https://doi.org/10.1089/neu.2016.4719>
- Silverberg, N. D., Panenka, W. J. et Iverson, G. L. (2018). Fear avoidance and clinical outcomes from mild traumatic brain injury. *Journal of Neurotrauma*, 35(16), 1864-1873. <https://doi.org/10.1089/neu.2018.5662>
- Skandsen, T., Nilsen, T. L., Einarsen, C., Normann, I., McDonagh, D., Haberg, A. K. et Vik, A. (2019). Incidence of mild traumatic brain injury: A prospective hospital, emergency room and general practitioner-based study. *Frontiers in Neurology*, 10, 638.
<https://doi.org/10.3389/fneur.2019.00638>
- Slade, S. C., Dionne, C. E., Underwood, M. et Buchbinder, R. (2016). Consensus on exercise reporting template (CERT): explanation and elaboration statement. *British Journal of Sports Medicine*, 50(23), 1228-1437). <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096651>
- Smets, E. M. A., Garssen, B., Bonke, B. et De Haes, J. C. J. M. (1995). The multidimensional Fatigue Inventory (MFI) psychometric qualities of an instrument to assess fatigue. *Journal of Psychosomatic Research*, 39(3), 315-325. [https://doi.org/10.1016/0022-3999\(94\)00125-O](https://doi.org/10.1016/0022-3999(94)00125-O)
- Snell, D. L., Siegert, R. J., Debert, C., Cairncross, M. et Silverberg, N. D. (2020). Evaluation of the Fear Avoidance Behavior after Traumatic Brain Injury Questionnaire. *Journal of Neurotrauma*, 37(13), 1566-1573. <https://doi.org/10.1089/neu.2019.6729>
- Stephan, J. S. et Sleiman, S. F. (2019). Exercise factors as potential mediators of cognitive rehabilitation following traumatic brain injury. *Current Opinion in Neurology*, 32(6), 808-814. <https://doi.org/10.1097/wco.0000000000000754>
- Stephens, J. A., Liu, P., Lu, H. et Suskauer, S. J. (2017). Cerebral blood flow after mild traumatic brain injury: Associations between symptoms and post-injury perfusion. *Journal of Neurotrauma*, 35(2), 241-248. <https://doi.org/10.1089/neu.2017.5237>
- Stulemeijer, M., van der Werf, S., Bleijenberg, G., Biert, J., Brauer, J. et Vos, P. E. (2006). Recovery from mild traumatic brain injury: A focus on fatigue. *Journal of Neurology*, 253(8), 1041-1047. <https://doi.org/10.1007/s00415-006-0156-5>
- Sullivan, K. A., Edmed, S. L. et Kempe, C. (2014). The effect of injury diagnosis on illness perceptions and expected postconcussion syndrome and posttraumatic stress disorder

- symptoms. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 29(1), 54-64. <https://doi.org/10.1097/HTR.0b013e31828c708a>
- Tan, C. O., Meehan, W. P., Iverson, G. L. et Taylor, J. A. (2014). Cerebrovascular regulation, exercise, and mild traumatic brain injury. *Neurology*, 83(18), 1665-1672. <https://doi.org/10.1212/wnl.0000000000000944>
- Taylor, A. H., Cable, N. T., Faulkner, G., Hillsdon, M., Narici, M. et Van Der Bij, A. K. (2004). Physical activity and older adults: A review of health benefits and the effectiveness of interventions. *Journal of Sports Sciences*, 22(8), 703-725. <https://doi.org/10.1080/02640410410001712421>
- Teasdale, G. et Jennett, B. (1974). Assessment of coma and impaired consciousness: A practical scale. *The Lancet*, 2(7872), 81-84. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(74\)91639-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(74)91639-0)
- Teychenne, M., White, R. L., Richards, J., Schuch, F. B., Rosenbaum, S. et Bennie, J. A. (2020). Do we need physical activity guidelines for mental health: What does the evidence tell us? *Mental Health and Physical Activity*, 18, 100315. [/https://doi.org/10.1016/j.mhpa.2019.100315](https://doi.org/10.1016/j.mhpa.2019.100315)
- Thomas, D. G., Apps, J. N., Hoffmann, R. G., McCrea, M. et Hammeke, T. (2015). Benefits of strict rest after acute concussion: A randomized controlled trial. *Pediatrics*, 135(2), 213-223. <https://doi.org/10.1542/peds.2014-0966>
- Toresdahl, B. G., Young, W. K., Quijano, B. et Scott, D. A. (2021). A systematic review of telehealth and sport-related concussion: Baseline testing, diagnosis, and management. *HSS Journal*, 17(1), 18-24. <https://doi.org/10.1177/1556331620975856>
- Tremblay, M. S., Warburton, D. E., Janssen, I., Paterson, D. H., Latimer, A. E., Rhodes, R. E., Kho, M. E., Hicks, A., LeBlanc, A. G. et Zehr, L. (2011). New Canadian physical activity guidelines. *Journal of Applied Physiology, Nutrition, Metabolism*, 36(1), 36-46. <https://doi.org/10.1139/H11-009>
- Tricco, A. C., Lillie, E., Zarin, W., O'Brien, K. K., Colquhoun, H., Levac, D., Moher, D., Peters, M. D. J., Horsley, T., Weeks, L., Hempel, S., Akl, E. A., Chang, C., McGowan, J., Stewart, L., Hartling, L., Aldcroft, A., Wilson, M. G., Garritty, C., Lewin, S., Godfrey, C. M., Macdonald, M. T., Langlois, E. V., Soares-Weiser, K., Moriarty, J., Clifford, T., Tunçalp, Ö. et Straus, S. E. (2018). PRISMA Extension for Scoping

- Reviews (PRISMA-ScR): Checklist and explanation. *Annals of Internal Medicine*, 169(7), 467-473. <https://doi.org/10.7326/M18-0850>
- Tuckson, R. V., Edmunds, M. et Hodgkins, M. L. (2017). Telehealth. *New England Journal of Medicine*, 377(16), 1585-1592. <https://doi.org/10.1056/NEJMSr1503323>
- Vaismoradi, M., Turunen, H. et Bondas, T. (2013). Content analysis and thematic analysis: Implications for conducting a qualitative descriptive study. *Nursing & health sciences*, 15(3), 398-405. <http://doi.org/10.1111/nhs.12048>
- van Wijngaarden, J. D., Scholten, G. R. et van Wijk, K. P. (2012). Strategic analysis for health care organizations: the suitability of the SWOT-analysis. *International Journal of Health Planning Management*, 27(1), 34-49. <https://doi.org/10.1002/hpm.1032>
- Vanderbeken, I. et Kerckhofs, E. (2017). A systematic review of the effect of physical exercise on cognition in stroke and traumatic brain injury patients. *NeuroRehabilitation*, 40(1), 33-48. <http://doi.org/10.3233/NRE-161388>
- Vanti, C., Andreatta, S., Borghi, S., Guccione, A. A., Pillastrini, P. et Bertozzi, L. (2019). The effectiveness of walking versus exercise on pain and function in chronic low back pain: A systematic review and meta-analysis of randomized trials. *Disability and Rehabilitation*, 41(6), 622-632. <https://doi.org/10.1080/09638288.2017.1410730>
- Vikane, E., Hellstrom, T., Roe, C., Bautz-Holter, E., Assmus, J. et Skouen, J. S. (2016). Predictors for return to work in subjects with mild traumatic brain injury. *Behavioral Neurology*, (2016), 8026414. <https://doi.org/10.1155/2016/8026414>
- von Holst, H. et Cassidy, J. D. (2004). Mandate of the WHO collaborating centre task force on mild traumatic brain injury. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 36(0), 8-10. <https://doi.org/10.1080/16501960410023633>
- von Steinbüchel, N., Wilson, L., Gibbons, H., Hawthorne, G., Höfer, S., Schmidt, S., Bullinger, M., Maas, A., Neugebauer, E., Powell, J., von Wild, K., Zitnay, G., Bakx, W., Christensen, A.-L., Koskinen, S., Sarajuuri, J., Formisano, R., Sasse, N. et Truelle, J.-L. (2010). Quality of Life after Brain Injury (QOLIBRI): Scale Development and Metric Properties. *Journal of Neurotrauma*, 27(7), 1167-1185. <https://doi.org/10.1089/neu.2009.1076>
- Voormolen, D. C., Polinder, S., Von Steinbuechel, N., Vos, P. E., Cnossen, M. C. et Haagsma, J. A. (2019). The association between post-concussion symptoms and health-related

- quality of life in patients with mild traumatic brain injury. *Injury*, 50(5), 1068-1074.
<https://doi.org/10.1016/j.injury.2018.12.002>
- Wang, F. et Boros, S. (2021). The effect of physical activity on sleep quality: a systematic review. *European Journal of Physiotherapy*, 23(1), 11-18.
<https://doi.org/10.1080/21679169.2019.1623314>
- Watt, J., Colley, R.C. (2021). Youth—but not adults—reported less physical activity during the COVID-19 pandemic. *Statistique Canada*.
- Weinstein, A. A., Chin, L. M., Collins, J., Goel, D., Keyser, R. E. et Chan, L. (2017). Effect of aerobic exercise training on mood in people with traumatic brain injury: A pilot study. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 32(3), E49.
<https://doi.org/10.1097/HTR.0000000000000253>
- Whelan-Goodinson, R., Ponsford, J. et Schönberger, M. (2009). Validity of the Hospital Anxiety and Depression Scale to assess depression and anxiety following traumatic brain injury as compared with the Structured Clinical Interview for DSM-IV. *Journal of Affective Disorder*, 114(1-3), 94-102. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2008.06.007>
- Wijenberg, M. L. M., Stapert, S. Z., Verbunt, J. A., Ponsford, J. L. et Van Heugten, C. M. (2017). Does the fear avoidance model explain persistent symptoms after traumatic brain injury? *Brain Injury*, 31(12), 1597-1604.
<https://doi.org/10.1080/02699052.2017.1366551>
- Williams, C. N., Lim, M. M. et Shea, S. A. (2018). Sleep disturbance after pediatric traumatic brain injury: Critical knowledge gaps remain for the critically injured. *Nature and Science of Sleep*, 10, 225. <http://doi.org/10.2147/NSS.S174608>
- Womble, M. N., Reynolds, E., Kissinger-Knox, A., Collins, M. W., Kontos, A. P., West, R. V., Eagle, S. et Elbin, R. J. (2022). The emerging role of telehealth for concussion clinical care during the coronavirus (COVID-19) pandemic. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 37(2). [10.1097/HTR.0000000000000713](https://doi.org/10.1097/HTR.0000000000000713)
- Wright, A. D., Smirl, J. D., Bryk, K., Fraser, S., Jakovac, M. et van Donkelaar, P. (2018). Sport-related concussion alters indices of dynamic cerebral autoregulation, 9.
<https://doi.org/10.3389/fneur.2018.00196>
- Yancey, J. R. et Thomas, S. M. (2012). Chronic fatigue syndrome: Diagnosis and treatment. *American Family Physician*, 86(8), 741-746.

- Yost, T. L. et Taylor, A. G. (2013). Qigong as a novel intervention for service members with mild traumatic brain injury. *Explore*, 9(3), 142-149. <https://doi.org/10.1016/j.explore.2013.02.002>
- Zemek, R., Barrowman, N., Freedman, S. B., Gravel, J., Gagnon, I., McGahern, C., Aglipay, M., Sangha, G., Boutis, K., Beer, D., Craig, W., Burns, E., Farion, K. J., Mikrogianakis, A., Barlow, K., Dubrovsky, A. S., Meeuwisse, W., Gioia, G., Meehan, W. P., 3rd, Beauchamp, M. H., Kamil, Y., Groot, A. M., Hoshizaki, B., Anderson, P., Brooks, B. L., Yeates, K. O., Vassilyadi, M., Klassen, T., Keightley, M., Richer, L., DeMatteo, C. et Osmond, M. H. (2016). Clinical risk score for persistent postconcussion symptoms among children with acute concussion in the ed. *JAMA*, 315(10), 1014-1025. <https://doi.org/10.1001/jama.2016.1203>
- Zemek, R., Eady, K., Moreau, K., Farion, K. J., Solomon, B., Weiser, M. et Dematteo, C. (2015). Canadian pediatric emergency physician knowledge of concussion diagnosis and initial management. *Canadian Journal of Emergency Medicine*, 17(2), 115-122. <https://doi.org/10.1017/cem.2014.38>
- Zhang, Y., Huang, Z., Xia, H., Xiong, J., Ma, X. et Liu, C. (2022). The benefits of exercise for outcome improvement following traumatic brain injury: Evidence, pitfalls and future perspectives. *Experimental Neurology*, 349, 113958. <https://doi.org/10.1016/j.expneurol.2021.113958>

Annexes

Annexe 1 : Characteristics and outcomes of physical activity interventions for individuals with mild traumatic brain injury: a scoping review protocol (Projet n° 1)

Corresponding author: Bonnie Swaine, 6363 Chemin Hudson Bureau 061, Montréal, Quebec, Canada, H3S 1M9, Canada, bonnie.swaine@umontreal.ca, (514) 340-2085 # 4776.

Co-authors information:

Christophe Alarie^{1,2}, Isabelle J. Gagnon^{3,4}, Enrico Quilico⁵, Bonnie Swaine^{1,2}.

1. École de Réadaptation, Faculté de Médecine, Université de Montréal, Montréal, Québec, Canada.
2. Centre for Interdisciplinary Research in Rehabilitation of Greater Montreal (CRIR), Montréal, Québec, Canada.
3. School of Physical and Occupational Therapy, Faculty of Medicine, McGill University, Montréal, Québec, Canada.
4. Trauma Center and Pediatric Emergency Medicine, Montreal Children's Hospital, McGill University Health Center, Montréal, Québec, Canada.
5. Rehabilitation Science Institute, University of Toronto, Toronto, Canada.

Co-authors e-mail addresses:

Christophe Alarie: christophe.alarie@umontreal.ca

Isabelle J. Gagnon: isabelle.gagnon8@mcgill.ca

Enrico Quilico: enrico.quilico@utoronto.ca

Word count: 2562 words.

ABSTRACT

Introduction: Traumatic Brain Injury (TBI) is a major public health problem and it is estimated that 85% of TBIs are diagnosed as mild (mTBI), and commonly referred to as a concussion. In adults, symptoms are expected to resolve within 10 to 14 days after the injury, but up to 15% of individuals continue to have symptoms beyond this period. Recent clinical recommendations suggest the use of physical activity (PA) as a therapy to manage persisting symptoms. However, the recommendations regarding PA lack clarity about important intervention parameters to help clinicians deliver the intervention. The objectives of this scoping review are thus to identify the characteristics, the measurement tools and the health-related outcomes of PA-based interventions for adults with persisting symptoms of a mTBI.

Methods and analysis: This scoping review protocol will follow the Arksey and O'Malley's 6-step iterative process enhanced by Levac et al. and will be conducted by a team of researchers and clinical experts. Five databases (MEDLINE, CINAHL, PsycINFO, SPORTDiscuss and EMBASE), as well as Google will be searched using an extensive search strategy to capture relevant scientific literature and grey literature. Articles will be selected if they report on an intervention designed to have an impact on health-related outcomes or participation among individuals having sustained a mTBI. A data extraction form based on the Consensus on Exercise Report Template (CERT) and the Template for Intervention Description and Replication (TIDieR) checklists will be created. Quantitative and qualitative data will be analyzed accordingly, synthesized and collated in tables.

Ethics and dissemination: This scoping review generates new knowledge from published and publicly available literature, thus an ethical approval is unnecessary to conduct this research. Dissemination of the results will involve all team members in activities aimed to generate knowledge uptake among TBI rehabilitation clinical experts locally, nationally and internationally.

Keywords: physical activity, mild traumatic brain injury, concussion, mTBI, rehabilitation, scoping review.

ARTICLE SUMMARY

Strengths and limitations of this study:

1. This will be the first scoping review to critically appraise the characteristics of PA-based interventions designed to improve health-related outcomes in adults with persistent symptoms post mTBI.
2. Clinical partners will be integrated into the research process in a creative yet feasible way to ensure enhanced interpretation and better applicability of the results.
3. The combination of two expert consensus-based checklists (CERT & TIDieR) to guide the data extraction will allow better identification of key characteristics of PA-based interventions.
4. Although this study aims to describe the characteristics of PA-based interventions, it will not allow inferences about the effectiveness of these parameters which could be further investigated in a systematic review.

INTRODUCTION

Traumatic brain injury (TBI) is a major public health problem and it is estimated that each year, more than 10 million individuals worldwide will experience a TBI that may result in either mortality or hospitalization.(1) Up to 85% of TBIs are diagnosed as mild TBI (mTBI),(2) and commonly referred to as a concussion.(3) A wide range of consequences may result from mTBI (e.g., headaches, anxiety, difficulty concentrating, fatigue and sleep disturbances),(4) which in turn, may limit the individual's activities, restrict their participation and decrease their quality of life.(5)

The symptoms typically subside within 10 to 14 days after the injury in adults.(4) A failure to completely recover mTBI-related symptoms within this time-frame is considered as having persisting symptoms,(4) and it is likely that 15% of individuals who sustain a mTBI will have persisting symptoms beyond three months.(6) Interventions aiming to reduce persisting physical and cognitive symptoms are critical in order to return to pre-injury functioning.(7, 8)

Clinical practice guidelines (CPGs) aim to improve the quality and decrease the variability of healthcare services by providing clinical experts key evidenced-based recommendations to implement within their practices.(9) Based on the highest available evidence, CPGs for the management of adults with persisting symptoms of mTBI were developed to support clinical decision-making and improve rehabilitation outcomes. The Ontario Neurotrauma Foundation's CPG for adults with persisting symptoms of mTBI and the CPG for military personnel with mTBI produced by the American Department of Defense and Veterans Affairs both recommend using physical activity (PA) as a therapy to alleviate mTBI-related symptoms (e.g., headache, fatigue or sleep disturbances) and improve mood, health status and exercise tolerance. (6, 10) These CPGs corroborate recommendations from the latest Consensus Statement on Concussion in Sport, which suggests including a symptom-limited, progressive exercise intervention for individuals who experience persisting symptoms (>1 month) after mTBI.(4) Collectively, these recommendations promote the use of PA as an intervention that can help decrease and manage prolonged persistent symptoms of mTBI in adults.

These CPGs and consensus statements are fairly recent, but they lack specific information about how PA interventions should be delivered by service providers. Important PA intervention characteristics such as frequency, intensity, time, type of exercise and progression patterns, for example, are missing. This lack of clear parameters leaves clinicians using trial and error methods instead of an evidence-based approach. Indeed, the complexity and lack of applicability of recommendations are CPG-related barriers to the implementation and use of evidence-based recommendations.(11) Insufficient information about PA interventions leaves many clinical questions unanswered: *Should the PA intervention be delivered in a group or individually? Should PA adherence be measured and if yes, how?* Service providers who apply recommendations from CPGs also require assessment tools to evaluate the health-related outcomes of PA-interventions. For example, with the exception of the post-concussion symptoms scale in the CPGs, it is unclear which clinical tool should be used to measure the effectiveness of a PA intervention. Clear parameters that guide PA interventions may promote optimal dosage and type of planned PA in order to maximize benefits and accommodate individual preferences through different activities.(12)

A critical appraisal of the literature about the characteristics of existing interventions is therefore needed to address the current gaps with regard to clinical decision-making and clear parameters about PA-based intervention designed for adults with persistent symptoms post mTBI. The primary objective of this scoping review is to identify characteristics of PA-based interventions available in the scientific and grey literature designed to improve health-related outcomes in adults with persistent symptoms of a mTBI. The secondary objectives are to document the health-related outcomes and the measurement tools related to PA interventions found in the literature.

METHODS AND ANALYSIS

Protocol

This scoping review will follow the 6-step iterative framework of Arksey and O'Malley, which was later enhanced by Levac, Colquhoun, and O'Brien in 2010 to ensure structure and rigor during a thorough investigation of the scientific and grey literature.(13, 14) This work will be conducted currently by a team of two doctoral students who are supervised by two rehabilitation

scientists and assisted by four clinical experts and administrators from a specialized mTBI rehabilitation program (administrator, clinical coordinator, kinesiologist, and physiotherapist). The clinical team was involved in the design of the study, and will participate in multiple key steps of this review as described below. This collaborative approach is a creative yet feasible way to involve clinical partners, as well as ensure an accurate interpretation of the review results and their applicability in the clinical setting. To better report this scoping review protocol, the authors used the PRISMA-P reporting guidelines.(15)

Step 1: Identifying the research question

A preliminary consultation with the clinical partners led to the development of an initial research question that was used as a starting point to guide the development of the search strategy: *What are the characteristics and health-related outcomes of physical activities interventions designed for individuals with mild traumatic brain injury?* In the context of this review, PA is defined as any bodily movement produced by skeletal muscles that requires energy expenditure.(16) This broad definition may refer to different types of activities, ranging from recreation activities to high-intensity aerobic training. The research question is subject to change during the process as new questions and reflections might emerge during each iterative step of the scoping review.

Step 2: Identifying relevant studies

Literature will be selected if it reports on an intervention, provided in any setting (e.g. inpatient or outpatient rehabilitation) or in the community, designed to impact on health-related (physical, mental, psychosocial) outcomes or participation in individuals of all ages having sustained any severity of TBI. However, at least one participant in the study sample must have sustained a mTBI. Moreover, the intervention may target persons with all types of injury severity, but it must be pertinent for persons with mTBI. For example, interventions such as constraint-induced movement therapy is indicated for an individual with a motor impaired upper extremity and not particularly for someone with a mTBI.(17, 18) Consequently, articles on this intervention would be excluded. Articles with participants of all ages will be included because the age range of subjects in pediatric studies can include teenagers, which might overlap with young adults.

PA interventions are used in many fields of research (i.e. rehabilitation sciences, education, psychology, exercise sciences) and thus can be presented in many formats. Consequently, the literature search will cover published and unpublished literature (grey literature), including original research, theses and books. A broad yet feasible range of five databases (MEDLINE, CINAHL, PsycINFO, SPORTDiscuss and EMBASE) will be accessed using an extensive search strategy validated by a specialized university librarian. Keywords related to TBI and PA corresponding to subject headings (or MeSH) will be included in the search strategy (e.g. *Brain Injuries, Traumatic, Brain Concussion, Exercise Therapy, Exercise*). Other relevant keywords will be added to the search strategy to enhance the strategy, and are used to search titles, abstracts and subjects of references contained in the databases (e.g. *mild traumatic brain injury, mTBI, physical fitness, motor activity*). Through an iterative and concerted process, analysis of the search results and retrieved articles will guide the refinement of the search strategy to achieve a balance between feasibility and breadth. Opinion articles, posters, oral presentations, and abstracts from conferences will be excluded because they may lack explicit information about reported interventions. Systematic reviews will be excluded, but their reference lists will be examined by the authors to ensure relevant articles are retained. Animal model studies will also be excluded due to their lack of applicability to human study contexts.

The grey literature search will be conducted on Google online in the future using a modified version of the final search strategy to find TBI-related PA interventions described in other formats such as PDF documents, books, and websites in the first 10 pages of results (approximately 100 results). Moreover, a hand search of reference lists of all selected documents will be performed to ensure that all key studies are captured. Each added reference to the initial search will be documented and will be reported in a PRISMA flow chart created for this study.(19) Languages will be restricted to both French and English, as authors are fluent in both languages. Searches will be limited to published literature after 1990 when recommendations about PA were first established.(20) Results will be managed using reference manager software (Endnote) and duplicates will be removed before selection.

Step 3: Study Selection

Study selection will be conducted by two independent reviewers in two subsequent phases: 1) abstract and title review; 2) full-text review. Based on initial eligibility criteria, the reviewers

will start to examine/discuss a random sample of 100 retrieved references to determine whether the article should be considered, rejected, or if they are unsure. Inter-rater reliability (IRR) will be computed with a 3-level Kappa (κ) statistic. As needed, the eligibility criteria will be discussed by the researchers and modified for more clarity. This initial selection process will be repeated with a sample of 300-500 references until the agreement between the two reviewers reaches a mean $\kappa > .75$ ($\kappa > .75$ = excellent agreement).(21) When acceptable agreement is achieved, the reviewers will independently assess the remaining articles. They will also meet at the mid-point and end-point of remaining articles to discuss any changes, thoughts or needs for clarification. The full-text review phase will follow the same rigorous method in order to determine IRR. This time, 10 to 20 articles will be randomly selected and cross-examined by the same two reviewers, and then re-examined independently until they reach excellent agreement or a mean $\kappa > .75$. If a disagreement cannot be resolved through consensus in any of the two phases, a third independent reviewer will be consulted. Reasons for excluded articles during the second phase will be reported in the PRISMA flow chart. As the selection unfolds, criteria can be refined or clarified if needed and if a criterion is modified at a later stage of the article selection, authors will ensure that the previous steps will comply with the change and report the changes in the PRISMA flow chart.

Step 4: Charting the Data

A preliminary data extraction form will be created in an Excel spreadsheet based on the combination of the 12-item Template for Intervention Description and Replication checklist (TIDieR) and the 16-item Consensus on Exercise Reporting Template checklist (CERT).(22, 23) Both checklists were systematically developed to improve the quality of reporting interventions in rehabilitation sciences. However, the CERT includes specific key items to better report an exercise program (e.g. motivation strategies, decision rules for determining exercise progression, decision rules to describe the starting level, etc.). CERT was designed to be used in conjunction with the TIDieR Checklist. The extraction form will also consist of other categories including, but not limited to, primary and secondary outcomes, outcome measures and results. The clinical partners will validate this extraction form during a second consultation and additional categories may be included during the iterative process if deemed appropriate by the team.

Data will be extracted from the selected articles and tabulated by two independent reviewers. A sample of 5 studies will be extracted by each reviewer and then compared during a work session to ensure compatibility between extraction methods and to enhance the extraction form, with new or more precise categories if needed. The extraction team will repeat this process until the extractors/reviewers agree that they consistently assess and extract information from each article in a compatible way. Then, reviewers will meet regularly (e.g., every 10 – 20 articles) to address any challenges and ensure concordance with their reporting methods.

Step 5: Collating, summarizing and reporting the results

Analyses of the quantitative and qualitative data will be performed by the researchers. Quantitative data such as numerical descriptive characteristics of PA interventions (e.g. year of publication, age and number of mTBI individuals in the study, number of interventions using motivation strategies) will be summarized into tables. In addition, selected articles reporting on PA interventions will be carefully assessed with the CERT Checklist assessment form.(23) Each of the checklist's 16 items will be categorized as *yes* if the information was provided or *no* if the information is missing. Following a similar process for reliability, two independent reviewers will assess a small subset of articles and will compare their results. Discrepancies in assessment will be resolved through discussion and this step will be repeated until reviewers reach excellent IRR of $\kappa > .75$. Then, the first author will assess the remaining article. Qualitative data will be synthesized and collated in tables. Quantitative results may be presented graphically (e.g. number of PA interventions per study per year, % of types of interventions) and qualitative results will also be presented graphically and narratively. The different PA characteristics, key PA principles and outcomes measures will be summarized and reported in multiple matrices.

Step 6: Consultation with stakeholders

The clinical experts mentioned above will be consulted throughout the review process (i.e., prior to the development of the study in order to define the research question, and while designing the research protocol to validate and possibly enhance the data extraction form). Consultation will also occur at the end of the review to assist with the interpretation of the results in order to

improve their clinical relevance and determine the best ways to mobilize the knowledge generated by the review.

ETHICAL CONSIDERATIONS AND DISSEMINATION

A scoping review generates new knowledge from published and publicly available literature and does not involve human participants. Therefore, a Research Ethics Board approval is unnecessary to conduct this research. Although our clinical partners will be involved in multiple steps of the study, they are primarily involved as expert consultants and their input may deepen the understanding and enhance the scope of the results. Members of the group will work together during work sessions to co-create a final document that will be used to help disseminate the results of this review to other clinicians working in TBI rehabilitation. Dissemination of the results will involve all team members through regional, national and international scientific and clinical activities and conferences, the publication of a manuscript, and other activities aimed to generate awareness and increase knowledge uptake of TBI rehabilitation clinical experts.

CONCLUSION

The results of this scoping review will provide detailed information about the state of the existing literature regarding the important characteristics, intervention parameters, and tools to measure health-related outcomes of PA-based interventions designed for adults with persistent symptoms of mTBI. These results may assist clinical experts with the use of PA in the management of mTBI adults and ultimately improve patient outcomes. Moreover, the results of this scoping review will inform researchers about the effectiveness of multiple PA parameters, which may be further investigated in a systematic review.

REFERENCES

1. Hyder AA, Wunderlich CA, Puvanachandra P, et al. The impact of traumatic brain injuries: a global perspective. *NeuroRehabilitation* 2007;22(5):341-53.
2. Feigin VL, Theadom A, Barker-Collo S, et al. Incidence of traumatic brain injury in New Zealand: a population-based study. *Lancet Neurol* 2013;12(1):53-64.
3. Marshall S, Bayley M, McCullagh S, et al. Updated clinical practice guidelines for concussion/mild traumatic brain injury and persistent symptoms. *Brain Inj* 2015;29(6):688-700.
4. McCrory P, Meeuwisse W, Dvorak J, et al. Consensus statement on concussion in sport—the 5th international conference on concussion in sport held in Berlin, October 2016. *Br J Sports med* 2017;0 :1-10.
5. Perroux M, Lefebvre H, Levert MJ, et al. Besoins perçus et participation sociale des personnes ayant un traumatisme crânien léger. *Santé Publique* 2013;25(6):719-728.
6. Ontario Neurotrauma Foundation. Guideline For Concussion/mild Traumatic Brain Injury & Persistent Symptoms 3Rrd Edition, For Adults Over 18 Years of Age. 2018. Available from: <http://braininjuryguidelines.org/concussion/index.php?id=1> (accessed october 2018).
7. Makdissi M, Schneider KJ, Feddermann-Demont N, et al. Approach to investigation and treatment of persistent symptoms following sport-related concussion: a systematic review. *Br J Sports med* 2017;51(12):958-968.
8. Schneider KJ, Leddy JJ, Guskiewicz KM, et al. Rest and treatment/rehabilitation following sport-related concussion: a systematic review. *Br J Sports med* 2017;51(12):930-934.
9. Lohr KN, Field MJ. Guidelines for clinical practice: from development to use. Washington, WASH DC, *National Academies Press* 1992.
10. Department of Veterans Affairs, Department of Defense. VA/DoD clinical practice guideline for management of concussion/mild traumatic brain injury. 2016. Available from: <https://www.healthquality.va.gov/guidelines/Rehab/mtbi/> (accessed october 2018).
11. Fischer F, Lange K, Klose K, et al. Barriers and Strategies in Guideline Implementation—A Scoping Review. *Healthcare* 2016;4(3):36.
12. Ammann BC, Knols RH, Baschung P, et al. Application of principles of exercise training in sub-acute and chronic stroke survivors: a systematic review. *BMC neurol* 2014;14(1):167-178.

13. Arksey H, O'Malley L. Scoping studies: towards a methodological framework. *Int J Soc Res Methodol* 2005;8(1):19-32.
14. Levac D, Colquhoun H, O'Brien KK. Scoping studies: advancing the methodology. *Implement Sci* 2010;5(1):69-78.
15. Moher D, Shamseer L, Clarke M, et al. Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analysis Protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Syst Rev* 2015;4(1):1.
16. World health organisation. Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health. 2018. Available from: <https://www.who.int/dietphysicalactivity/pa/en/> (accessed october 2018).
17. Sirtori V, Corbetta D, Moja L, et al. Constraint-induced movement therapy for upper extremities in stroke patients. *Cochrane Database Syst Rev*. 2009;7(4).
18. Hoare BJ, Wasiak J, Imms C, et al. Constraint-induced movement therapy in the treatment of the upper limb in children with hemiplegic cerebral palsy. *Cochrane Database Syst Rev* 2007;18(2).
19. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, et al. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Ann Intern Med* 2009;151(4):264-269.
20. Pollock MLP, Froelicher VFMD. Position Stand of the American College of Sports Medicine: The Recommended Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory and Muscular Fitness in Healthy Adults. *J Cardiopulm Rehabil* 1990;10(7):235-45.
21. Orwin RG, Cooper IH, Hedges LV. In: Orwin RG, Cooper IH, Hedges LV. The handbook of research synthesis." New York, NY, *Russell Sage Foundation* 1994:139-162.
22. Hoffmann TC, Glasziou PP, Boutron I, et al. Better reporting of interventions: template for intervention description and replication (TIDieR) checklist and guide. *BMJ* 2014;348:g1687.
23. Slade SC, Dionne CE, Underwood M, et al. Consensus on Exercise Reporting Template (CERT): explanation and elaboration statement. *Br J Sports Med* 2016;0:1-10.

AUTHORS CONTRIBUTIONS

Acknowledgement: We thank the clinical partners, Pierre Vincent, Geneviève Léveillé and Pierre Goulet for their involvement in the identification of the research question and future involvement in the consultation steps.

Author statement: CA, IG, EQ and BS designed the protocol. CA drafted the manuscript. CA, IG, EQ and BS reviewed the manuscript and approved the final version. All authors will participate in the 6 steps.

FUNDING

This work is supported by the Edith Strauss Rehabilitation Research Projects Foundation. This grant will provide salary support to CA and EQ.

COMPETING INTEREST

None declared.

ETHICS

Ethical approval: None required.

Patient consent: None required.

DATA SHARING

There are no additional data to be shared with this study protocol.

Annexe 2 : Décision du Comité d'éthique de la recherche du CRIR (Projet n° 2)

Comité d'éthique de la recherche
des établissements du CRIR



Montréal, le 7 janvier 2019

Membres institutionnels :

- CISSS de Laval
 - o Hôpital Juvif de réadaptation
- CISSS de la Montérégie-Centre
 - o Institut Nazareth et Louis-Braille
- CIUSSS du Centre-Sud-de-l'Île-de-Montréal
 - o Institut universitaire sur la réadaptation en déficience physique de Montréal
 - CRLB
 - IRD
 - IRGLM
- CIUSSS du Centre-Ouest-de-l'Île-de-Montréal
 - o Centre de réadaptation Lethbridge-Layton-Mackay

Madame Bonnie Swaine, Ph.D.
CRIR - IURDPM
Pavillon Lindsay
Bureau 061
6363, chemin Hudson
Montréal (Québec) H3S 1M9

Objet : Évaluation éthique de votre projet de recherche intitulé « Sondage provincial sur l'utilisation de l'activité physique au sein des services de réadaptation des traumatismes crâniocérébraux légers »
Notre dossier : CRIR-1379-1118

Membres partenaires :

- CISSS de Lanaudière
 - o Centre de réadaptation en déficience physique Le Bouclier
- CISSS des Laurentides
 - o Centre de réadaptation en déficience physique Le Bouclier

Madame,


Le CÉR des établissements du CRIR a récemment évalué votre projet intitulé « Sondage provincial sur l'utilisation de l'activité physique au sein des services de réadaptation des traumatismes crâniocérébraux légers ». Les documents suivants ont été examinés :

- Lettre de présentation datée du 12 décembre 2018;
- Formulaire A;
- Confirmation de la validité scientifique du projet de recherche datée du 21 novembre 2018;
- Protocole de recherche;
- Formulaire de consentement électronique ;
- Questionnaire.

À la suite à son évaluation, le sous-comité du CÉR en arrive à la conclusion qu'il ne s'agit pas d'un projet de recherche, mais plutôt d'une étude d'opportunité qui s'apparente à une évaluation de programme. De ce fait, notre CÉR n'a pas la juridiction pour se prononcer sur votre initiative.

Nous vous remercions sincèrement d'avoir consulté notre CÉR et nous vous souhaitons la meilleure des chances dans la réalisation de votre évaluation de programme.

Veillez agréer, Madame Swaine, nos salutations les meilleures.


Me Anik Nolet
Coordonnatrice à l'éthique de la recherche
des établissements du CRIR
☎ (514) 527-9565, poste 3795
✉ anolet.crir@ssss.gouv.qc.ca

66, rue Sainte-Catherine Est
4^e étage
Montréal (Québec) H2X 1K6
Canada
T 514 527-9565 poste 3232
www.crir.ca

AN/cl

Comité désigné en vertu de l'article 21 du Code civil du Québec

Annexe 3 : Sondage provincial sur l'utilisation de l'activité physique en réadaptation des traumatismes craniocérébraux légers (Projet n° 2)

Les programmes visés par le sondage sont les programmes spécialisés en TCC québécois qui offre des services aux individus ayant un diagnostic d'un TCCL trivial, léger simple ou léger complexe.

Description du projet :

De récents guides de pratique clinique suggèrent d'inclure l'activité physique à la prise en charge clinique des adultes ayant un traumatisme craniocérébral léger (TCCL). Il existe peu de connaissances à propos de l'état de l'utilisation de l'activité physique au sein des programmes québécois offrant des services aux personnes ayant subi un TCCL. Afin de connaître l'état de l'utilisation de l'activité physique dans les programmes spécialisés offrant des services pour cette clientèle, un sondage a été créé en partenariat avec des cliniciens du sous-programme TCC du CIUSSS du Centre-Sud-de-l'Île-de-Montréal (CCSMTL). Les résultats du sondage seront utilisés durant la création d'une nouvelle intervention par l'activité physique qui est en cours de développement au sein du sous-programme TCC du CCSMTL. Ultiment, cette nouvelle intervention pourra servir à optimiser des interventions en activité physique au sein des programmes québécois de réadaptation destinés aux personnes ayant subi un TCCL.

Objectifs du sondage :

- 1) Documenter l'utilisation de l'activité physique dans les services spécialisés pour les personnes ayant subi un TCCL ;
- 2) Explorer les facteurs influençant la présence ou non de l'activité physique dans l'offre de service.

Nature de la participation :

Vous êtes invités à répondre à ce court sondage prenant approximativement 20 minutes à compléter. Ce sondage peut être complété en équipe ou par les gestionnaires, les coordonnateurs ou les cliniciens pouvant répondre à des questions concernant l'utilisation, ou non, de l'activité

physique au sein de l'offre de service de votre milieu. Il est possible que pour répondre à certaines questions, l'aide d'un intervenant clinique qui utilise l'activité physique régulièrement soit nécessaire. Aucun participant n'aura à fournir son nom.

Le sondage contient une vingtaine de questions à choix de réponses ou à court développement. Les questions portent sur : les types d'activités et interventions offertes au sein des programmes, comment ces activités sont mises en œuvre et quand et pourquoi sont-elles planifiées auprès des usagers. De plus, d'autres questions portent sur les objectifs de traitements et les ressources humaines et matérielles nécessaires pour la réalisation de ces interventions.

Vous pouvez en tout temps cesser de répondre aux questions.

Bénéfices personnels à participer à ce sondage :

Vous pourriez avoir la satisfaction de contribuer à la compréhension de l'utilisation de l'activité physique auprès de la clientèle TCCL dans la province de Québec. De plus, vous pourrez avoir la satisfaction de contribuer à l'avancement de la science. Vous ne retirerez aucun avantage financier ou bénéfice lié à la suite de la participation à ce sondage.

Risques et inconvénients :

Il est possible que le temps nécessaire pour répondre à ce sondage puisse représenter un inconvénient pour vous. Les développeurs du sondage ont tenté de rendre le sondage très concis afin de réduire ce possible inconvénient.

Confidentialité et conservations des données :

Tous les renseignements recueillis à propos de l'offre de service du répondant seront codifiés afin d'assurer leur confidentialité. Seuls les membres de l'équipe de recherche y auront accès. Cependant, à des fins de contrôle du projet de recherche, les informations pourraient être consultées par une personne mandatée par le Comité d'éthique de la recherche (CÉR) des établissements du Centre de recherche interdisciplinaire en réadaptation du Montréal métropolitain (CRIR) ou par la Direction de l'éthique et de la qualité du ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec, qui adhère à une politique de stricte confidentialité. Les informations du sondage seront recueillies sur un serveur « nuage » canadien pour la durée du

sondage. Puis, les informations seront transférées et conservées sur un ordinateur sécurisé par un mot de passe accessible seulement par l'équipe de recherche pour une période de 5 ans suivant la fin du projet, après quoi, elles seront détruites. Si les résultats de cette recherche évaluative sont présentés ou publiés, rien ne pourra permettre d'identifier vous ou l'offre de service que vous représentez. Une fois le sondage terminé, compte tenu de la nature anonyme des données, il sera difficile, voire impossible, de retirer votre participation et vos données du projet une fois celles-ci colligées.

Consentement :

Vous êtes libre d'accepter ou de refuser de participer à ce sondage. Vous n'êtes pas obligé de compléter l'ensemble du sondage et pouvez arrêter à n'importe quel moment, sans avoir à donner de raison, ni à subir de préjudice de quelque nature que ce soit.

Je déclare avoir lu et compris le sondage, la nature et l'ampleur de ma participation ainsi que les risques et les inconvénients auxquels je m'expose tels que présentés dans le présent formulaire.

J'accepte de participer à ce sondage

Je refuse de participer à ce sondage

Définitions importantes pour le questionnaire

Activité physique :

- L'activité physique est définie comme « tout mouvement du corps produit par les muscles squelettiques responsables d'une augmentation de la dépense énergétique ». De façon plus concrète, toute augmentation de la dépense énergétique suscitée par la pratique d'activité dans le cadre du conditionnement physique, de l'exécution de tâches ménagères ou de toute activité impliquant une intensité **soutenue** minimale.
- Dans le cadre de ce sondage, nous considérons que l'entraînement en salle, les sports collectifs, la marche, la danse et faire des tâches ménagères sont de l'activité physique. Par contre, faire du tricot, être à l'ordinateur et regarder la télévision en position assise ne sont pas considérés comme de l'activité physique. De plus, les exercices thérapeutiques comme

des exercices d'équilibre ou vestibulo-oculaires ne sont pas considérés comme de l'activité physique.

Intervention par l'activité physique :

- Une intervention par l'activité physique consiste en un ou plusieurs actes effectués pour ou avec une personne ayant pour objectif d'évaluer, d'améliorer, de maintenir, de promouvoir ou de **modifier la santé, la fonction** ou **des composantes de la santé**. Les actes peuvent être par exemple : éduquer, donner de l'information, renseigner, conseiller, entraîner, assister ou démontrer des exercices ou tous autres actes en lien avec l'activité physique.
- Par exemple : donner des conseils sur les comportements à adopter en lien avec la pratique de l'activité physique ou de superviser directement une séance d'entraînement consistant en des interventions par l'activité physique.

Début du questionnaire

1. Choisissez votre établissement dans le menu déroulant :

2. Quel est le nom de votre programme? Le cas échéant, précisez le site.

3. Votre programme de prise en charge des personnes ayant subi un TCCL est offert dans quel milieu?

Veillez sélectionner une réponse ci-dessous

Hôpital

Centre de réadaptation

Autres, veuillez spécifier _____

4. Dans quel(s) groupe(s) d'âge se situe principalement votre clientèle TCCL?

Cochez la ou les réponses

Pédiatrique (0-17 ans)

Adulte (16/18-64 ans)

Personnes âgées (65 ans et plus)

5. Les personnes ayant subi un TCCL sont prises en charge par vos services dans les délais suivants après leur TCCL :

Cochez la ou les réponses

Moins de 1 mois

Entre 1 mois et moins de 3 mois

Entre 3 mois et moins de 6 mois

Entre 6 mois et moins de 1 an

1 an et plus

6. Veuillez nous indiquer en quoi consistent vos interventions par l'activité physique :

Cochez la ou les réponses

Aucune intervention par l'activité physique

Informer ou renseigner

Conseiller ou éduquer

Assister ou démontrer des exercices

Superviser des entraînements ou des séances d'activité physique

Diriger la personne vers des services par l'activité physique à l'externe et s'assurer d'avoir un suivi

Autres, veuillez spécifier _____

► *Si la réponse à la question 6 est : aucune intervention par l'activité physique, complétez la question 7.*

► *Pour toutes les autres réponses, allez à la question 13.*

7. Pour quelle(s) raison(s) est-ce que l'activité physique n'est pas intégrée à votre offre de service? (Prévoir une réponse à court développement de 1 à 3 lignes.)

8. Souhaiteriez-vous ajouter des interventions par l'activité physique à votre offre de service?

Oui Non ► *Allez à la question 10*

Non ► *Allez à la question 9*

9. Veuillez préciser pour quelles raisons vous ne souhaiteriez pas ajouter des interventions par l'activité physique. Par exemple : il y a d'autres ressources disponibles dans la communauté.

(Prévoir une réponse à court développement de 1 à 3 lignes.)

10. Qu'est-ce que votre offre de service aurait besoin pour intégrer davantage l'activité physique?

(Prévoir une réponse à court développement de 1 à 3 lignes.)

11. Redirigez-vous les personnes ayant subi un TCCL vers un partenaire et/ou d'autres services en milieu public ou privé pour qu'ils aient accès à une intervention par l'activité physique?

Oui ► *Allez à la question 12*

Non ► *Allez à la question 28*

12. Veuillez indiquer quels sont vos types de partenaires :

Cochez la ou les réponses

Hôpital

Clinique externe dans un hôpital

Centre de réadaptation

Clinique privée de physiothérapie

Consultant ou travailleur autonome

Installations ou services communautaires

Sports adaptés

Centre de conditionnement physique (gym, salle de sports)

Autres, veuillez spécifier _____

13. Sous quelle(s) forme(s) est-ce que les interventions sont-elles offertes?

Cochez la ou les réponses

Dépliants ou documents informatifs

Conseils verbaux

Programme à domicile sur un format papier ou électronique

Supervision directe des activités physiques (par ex. : en salle d'entraînement)

Supervision indirecte des activités physiques; (par ex. : suivi d'un programme à la maison sans supervision directe)

Autres, veuillez spécifier _____

► *Si l'une des réponses à la question 12 est : dépliants ou documents informatifs, allez à la question 14 sinon, allez à la question 15.*

14. Pouvez-vous nommer le ou les auteur(s) des dépliants ou des documents informatifs?

(Prévoir une réponse à court développement de 1 à 3 lignes.)

15. Quels intervenants sont responsables de ces interventions par l'activité physique?

Cochez la ou les réponses

Physiothérapeute

Ergothérapeute

Kinésiologue

Médecin

Éducateur physique

Neuropsychologue

Coordonnateur clinique

Autres, veuillez spécifier _____

16. Qu'est-ce qui vous indique qu'une personne ayant subi un TCCL est apte à commencer à faire de l'activité physique?

(Prévoir une réponse à court développement de 1 à 3 lignes.)

17. Quels sont les objectifs (*outcomes*) visés par vos interventions par l'activité physique?

Veuillez énumérer les objectifs principaux.

(Prévoir une réponse à court développement de 1 à 3 lignes.)

18. Quels sont les outils ou vos stratégies de dépistage, d'évaluation et de suivi de l'activité physique que vous utilisez dans le cadre de votre prise en charge avec les personnes ayant subi un TCCL?

Avant la prise en charge

(ex. : test d'effort, questionnaire d'activité physique)

Pendant la prise en charge

(ex. : podomètre, cardiofréquencemètre)

Après la prise en charge

(ex. : mesure des effets)

► *Ne s'applique pas si vous n'utilisez pas d'outil ou de stratégie*

19. Décrivez, avec le plus de détails possible, le contenu des interventions par l'activité physique de votre milieu. (Prévoir une réponse à court développement de 1 à 3 lignes.)

S'il y a lieu, veuillez inclure dans votre description les éléments suivants :

- Fréquence
- Intensité
- Type d'activités (par exemple : vélo, marche, natation)
- Temps (durée)
- Supervision donnée
- Séance en groupe ou individuelle
- Règle de progression de la quantité et de la difficulté des activités physiques

20. Comment déterminez-vous le type d'activité physique pour votre clientèle? Par exemple : *précisez pourquoi vous choisissez d'effectuer des exercices sur vélo pour une personne ayant subi un TCCL.*

(Prévoir une réponse à court développement de 1 à 3 lignes.)

21. Comment déterminez-vous l'intensité de départ des efforts physiques?

(Prévoir une réponse à court développement de 1 à 3 lignes.)

22. Sur quels critères ou quelles raisons vous basez-vous pour effectuer la progression dans le programme d'activité physique?

(Prévoir une réponse à court développement de 1 à 3 lignes.)

23. Comment vous assurez-vous de l'adhérence ou de la conformité de votre clientèle aux interventions par l'activité physique? Par exemple : *utilisation d'un journal de bord d'activité physique, autorapporté, aucun outil.*

(Prévoir une réponse à court développement de 1 à 3 lignes.)

24. Quelles sont les ressources matérielles ou numériques nécessaires pour supporter vos interventions par l'activité physique? Par exemple : *documentation, ergocycle, tapis roulant, logiciel, application sur téléphone.*

(Prévoir une réponse à court développement de 1 à 3 lignes.)

25. Quels sont les critères ou les raisons qui vous mènent à terminer ou à ne plus offrir d'interventions par l'activité physique à une personne ayant subi un TCCL?

(Prévoir une réponse à court développement de 1 à 3 lignes.)

26. Avez-vous un protocole, un programme ou un document guide structurant vos interventions par l'activité physique chez les personnes ayant subi un TCCL?

Oui ▶ *Allez à la question 27*

Non ▶ *Allez à la question 28*

27. Souhaitez-vous partager votre protocole (programme ou document guide)?

Oui ▶ *Vous pouvez le téléverser*

Non

28. Souhaitez-vous que l'on vous contacte pour :

Obtenir ou fournir de l'information supplémentaire

Recevoir un résumé des résultats de ce sondage

Non, je ne désire pas être contacté(e)

▶ *Si la ou les réponses sont : Obtenir ou fournir de l'information supplémentaire ou Recevoir un résumé des résultats de ce sondage, veuillez compléter les questions 29 à 32.*

29. Quel est votre nom? (Facultatif) _____

30. Quel est votre rôle au sein de votre programme? _____

31. Quel est votre numéro de téléphone et numéro de poste? _____

32. Quelle est votre adresse courriel? _____

Nous vous remercions d'avoir pris le temps de répondre à ce questionnaire!

Votre contribution est très utile et est grandement appréciée.

L'équipe de recherche

Annexe 4 : Certificat du Comité d'éthique de la recherche du CRIR (Projet n° 3)

Comité d'éthique de la recherche
des établissements du CRIR



Certificat d'éthique (Renouvellement)

Aux fins de renouvellement, le Comité d'éthique de la recherche des établissements du CRIR, selon la procédure d'évaluation accélérée en vigueur, a examiné le projet de recherche CRIR-1273-1017 intitulé :

« Exploration des perceptions des usagers et de l'équipe clinique de l'intervention par l'activité physique du programme de réadaptation des traumatismes crâniens légers du Centre de réadaptation Lucie-Bruneau du CIUSSS du Centre-Sud-de-l'Île-de-Montréal ».

Présenté par : **Bonnie Swaine, Ph.D.**
Christophe Alarie, étudiant au doctorat
Cassandre Hinse-Joly, étudiante à la maîtrise professionnelle
Lily Trang-Huynh, étudiante à la maîtrise professionnelle
Adèle Pichette-Auray, étudiante à la maîtrise professionnelle
Karine Doucet, étudiante à la maîtrise professionnelle

Le présent projet répond aux exigences éthiques de notre CÉR. Ce projet se déroule dans le site du CRIR suivant :

➤ **Institut universitaire sur la réadaptation en déficience physique de Montréal du CIUSSS du Centre-Sud-de-l'Île-de-Montréal (installation Lucie-Bruneau)**

Ce certificat est valable pour un an. En acceptant le présent certificat d'éthique, le chercheur s'engage à :

1. Informer, dès que possible, le CÉR de tout changement qui pourrait être apporté à la présente recherche ou aux documents qui en découlent (Formulaire M) ;
2. Notifier, dès que possible, le CÉR de tout incident ou accident lié à la procédure du projet ;
3. Notifier, dès que possible, le CÉR de tout nouveau renseignement susceptible d'affecter l'intégrité ou l'éthicité du projet de recherche, ou encore, d'influer sur la décision d'un sujet de recherche quant à sa participation au projet ;
4. Notifier, dès que possible, le CÉR de toute suspension ou annulation d'autorisation relative au projet qu'aura formulée un organisme de subvention ou de réglementation ;
5. Notifier, dès que possible, le CÉR de tout problème constaté par un tiers au cours d'une activité de surveillance ou de vérification, interne ou externe, qui est susceptible de remettre en question l'intégrité ou l'éthicité du projet ainsi que la décision du CÉR ;

Annexe 5 : Formulaire d'information et de consentement (Projet n° 3)

FORMULAIRE D'INFORMATION ET DE CONSENTEMENT
(CLINICIEN ET GESTIONNAIRES DU PROGRAMME DE RÉADAPTATION DES
TRAUMATISMES CRANIOCÉRÉBRAL LÉGERS)

1. TITRE DU PROJET

Perception des usagers et de l'équipe clinique de l'intervention par l'activité physique du programme de réadaptation des traumatismes craniocérébral légers du centre de réadaptation Lucie-Bruneau du CIUSSS du Centre-Sud-de-l'île-de-Montréal.

2. RESPONSABLE(S) DU PROJET

Chercheure principale

Bonnie Swaine

Professeur titulaire

École de réadaptation de l'Université de Montréal

Chercheure du CRIR - site CR Lucie-Bruneau

514-527-4527 X 2523

bonnie.swaine@umontreal.ca

Coordonnateur du projet

Christophe Alarie

Étudiant au doctorat, École de réadaptation

Université de Montréal

3. ORGANISME SUBVENTIONNAIRE

Ce projet de recherche n'est pas financé.

4. PRÉAMBULE

Nous vous invitons à participer à un projet de recherche qui implique de partager votre opinion. Avant d'accepter de participer à ce projet de recherche, veuillez prendre le temps de lire, de comprendre et de considérer attentivement les renseignements qui suivent.

Ce formulaire de consentement vous explique le but de cette étude, les procédures, les avantages, les risques et inconvénients, de même que les personnes avec qui communiquer au besoin.

Le présent formulaire de consentement pourrait contenir des mots que vous ne comprenez pas. Nous vous invitons alors à poser toutes les questions que vous jugerez utiles au chercheur et aux autres membres du personnel responsables du projet de recherche et à leur demander de vous expliquer tous les mots ou renseignements qui ne sont pas clairs.

5. DESCRIPTION DU PROJET ET DE SES OBJECTIFS

Les experts du programme de réadaptation du CIUSSS du Centre-Sud-de-l'île-de-Montréal (CRLB) cherchent à optimiser leur offre de service reliée à l'intervention par l'activité physique pour la réadaptation des individus ayant subi un traumatisme crânio-cérébral léger (TCCL). Dans ce contexte, ce projet vise _____ à _____ :

- 1) Connaître la perception des forces, des faiblesses, des opportunités et des menaces (SWOT) de l'intervention par l'activité physique du programme de réadaptation des TCCL du CRLB par les anciens usagers, les usagers ainsi que des experts cliniques œuvrant au programme depuis 2014.
- 2) Connaître les barrières et les facilitateurs perçus des personnes ayant subi un TCCL quant à la pratique de l'activité physique après la blessure.
- 3) Émettre une liste de recommandations qui permettra de bonifier le programme d'intervention par l'activité physique du CRLB.

Le projet cible deux catégories d'individus âgés de 18 ans et plus. Soit ceux :

- 1) présentant un traumatisme craniocérébral léger (TCCL) avec symptômes persistants qui suivent ou ont suivi une intervention par l'activité physique dans le cadre du programme de réadaptation du CRLB (10 à 15 participants);
- 2) œuvrant à titre de clinicien ou de gestionnaire dans le programme de réadaptation du CRLB (9 participants).

Des entrevues individuelles seront réalisées auprès de chacun des participants.

6. NATURE DE LA PARTICIPATION

Vous êtes invités à participer à cette recherche en tant que clinicien ayant participé à l'intervention par l'activité physique au CRLB.

Si vous êtes intéressés, nous vous rencontrerons à l'endroit de votre choix pour réaliser une seule entrevue individuelle d'une durée maximale d'une heure. Un intervieweur vous questionnera sur votre expérience en tant que clinicien ainsi que sur vos perceptions de l'intervention par l'activité physique dans le programme de réadaptation du CRLB. L'entrevue sera enregistrée sur bande audio afin de nous permettre de minimiser la prise de notes et de nous consacrer à l'échange.

7. AVANTAGES POUVANT DÉCOULER DE VOTRE PARTICIPATION

Vous pourriez avoir la satisfaction de contribuer à l'évaluation et à la bonification du programme de réadaptation TCCL du CRLB pour les prochains usagers. De plus, vous contribuerez à l'avancement de la science. Vous ne retirerez aucun avantage financier ou bénéfice lié à une prise en charge à la suite de la participation à cette étude.

8. RISQUES ET INCONVÉNIENTS POUVANT DÉCOULER DE VOTRE PARTICIPATION

Certaines questions pourraient créer un inconfort. Si cela survient, vous ne serez pas tenus d'y répondre et vous pourrez en discuter avec un membre de l'équipe de recherche qui pourra vous diriger vers des ressources pouvant vous venir en aide.

9. ACCÈS AUX RÉSULTATS À LA FIN DE LA RECHERCHE

À la fin de l'étude, vous aurez la possibilité d'avoir accès aux résultats généraux découlant de ce projet de recherche.

Oui courriel : _____

Non

10. CONFIDENTIALITÉ

Tous les renseignements personnels recueillis à votre sujet au cours de l'étude seront codifiés afin d'assurer leur confidentialité. Seuls les membres de l'équipe de recherche y auront accès. Cependant, à des fins de contrôle du projet de recherche, votre dossier de recherche pourrait être consulté par une personne mandatée par le Comité d'éthique en recherche (CÉR) des établissements du Centre de recherche interdisciplinaire en réadaptation du Montréal

métropolitain (CRIR) ou par la Direction de l'éthique et de la qualité du ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec, qui adhère à une politique de stricte confidentialité. Les données de recherche (notes et enregistrements) seront conservées dans un ordinateur sécurisé par un mot de passe par le responsable de l'étude au CRLB pour une période de 7 ans suivant la fin du projet, après quoi, elles seront détruites. Si les résultats de cette recherche sont présentés ou publiés, rien ne pourra permettre de vous identifier.

11. PARTICIPATION VOLONTAIRE ET DROIT DE RETRAIT

Vous êtes libre d'accepter ou de refuser de participer à ce projet de recherche. Vous pouvez vous retirer de cette étude à n'importe quel moment, sans avoir à donner de raison, ni à subir de préjudice de quelque nature que ce soit. Vous avez simplement à aviser la personne ressource de l'équipe de recherche. En cas de retrait de votre part, les documents audio et écrits vous concernant seront détruits, à votre demande.

12. ÉTUDES ULTÉRIEURES

Il se peut que les résultats obtenus à la suite de cette étude donnent lieu à plusieurs autres recherches. Dans cette éventualité, autorisez-vous les responsables de ce projet à vous contacter à nouveau et à vous demander si vous souhaitez participer à cette nouvelle recherche ?

- non
- oui pour une durée d'un an *
- oui pour une durée de deux ans *
- oui pour une durée de trois ans *

* Notez que si vous cochez l'une de ces trois cases, vos coordonnées personnelles seront conservées par le chercheur principal pour la période à laquelle vous avez consenti.

13. CLAUSE DE RESPONSABILITÉ

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

14. PERSONNES-RESSOURCES

Si vous avez des questions concernant le projet de recherche, si vous souhaitez vous retirer de l'étude ou si vous voulez faire part d'un incident à l'équipe de recherche, vous pouvez contacter : Bonnie Swaine, Ph.D. chercheure principale, 514-527-4527 poste 2523, bonnie.swaine@umontreal.ca.

Si vous avez des questions sur vos droits et recours ou sur votre participation à ce projet de recherche, vous pouvez communiquer avec Me Anik Nolet, coordonnatrice à l'éthique de la recherche des établissements du CRIR au 514-527-9565 poste 3795 ou par courriel à l'adresse suivante : anolet.crir@ssss.gouv.qc.ca. Pour ces mêmes questions, vous pouvez également contacter le commissaire local aux plaintes et à la qualité de votre établissement (voir l'annexe).

15. CONSENTEMENT

Je déclare avoir lu et compris le présent projet, la nature et l'ampleur de ma participation ainsi que les risques et les inconvénients auxquels je m'expose tels que présentés dans le présent formulaire. J'ai eu l'occasion de poser toutes les questions concernant les différents aspects de l'étude et de recevoir des

réponses à ma satisfaction. Une copie signée de ce formulaire d'information et de consentement doit m'être remise.

Je, soussigné(e), accepte volontairement de participer à cette étude. Je peux me retirer en tout temps sans préjudice d'aucune sorte. Je certifie qu'on m'a laissé le temps voulu pour prendre ma décision.

NOM DU PARTICIPANT

SIGNATURE

Fait à _____, le _____, 20____

16. ENGAGEMENT DU CHERCHEUR OU DE SON REPRÉSENTANT

Je, soussigné (e), _____, certifie

- (a) avoir expliqué au signataire les termes du présent formulaire;
- (b) avoir répondu aux questions qu'il m'a posées à cet égard;
- (c) lui avoir clairement indiqué qu'il reste, à tout moment, libre de mettre un terme à sa participation au projet de recherche décrit ci-dessus;
- (d) que je lui remettrai une copie signée et datée du présent formulaire.

Signature du responsable du projet
ou de son représentant

Fait à _____, le _____ 20____

**LE CHERCHEUR REMET UNE COPIE SIGNÉE DU FORMULAIRE DE CONSENTEMENT
AU PARTICIPANT ET EN CONSERVE UNE AU DOSSIER**

ANNEXE

**COMMISSAIRES LOCAUX AUX PLAINTES ET À LA QUALITÉ DES SERVICES
DES ÉTABLISSEMENTS DU CRIR ET DE LEURS PARTENAIRES**

Centre de réadaptation Constance-Lethbridge

Centre de réadaptation MAB-Mackay

Rosemary Steinberg

CIUSSS du Centre-Ouest-de-l'Île-de-Montréal

Téléphone : (514) 340-8222, poste 5833

Centre de réadaptation Lucie-Bruneau

Institut de réadaptation Gingras-Lindsay de Montréal

Céline Roy

CIUSSS du Centre-Sud-de-l'Île-de-Montréal

Téléphone : (514) 593-3600

commissaireauxplaintes@cjm-iu.qc.ca

Hôpital juif de réadaptation

Hélène Bousquet

CISSS de Laval

Téléphone : (450) 668-1010, poste 23628

plaintes.csssl@ssss.gouv.qc.ca

Institut Nazareth et Louis-Braille

Louise Hardy

CISSS de la Montérégie-Centre

Téléphone : (450) 466-5434

Centre de réadaptation en déficience physique Le Bouclier

Gaétan Thibaudeau

CISSS de Lanaudière

Téléphone : (450) 759-5333, poste 2107 ou sans frais 1 800 229-1152

gaetan.thibaudeau@ssss.gouv.qc.ca

Dominique Demers

CISSS des Laurentides

Téléphone: (450) 473-6811, poste 44105

dominique.demers.lddm@ssss.gouv.qc.ca

Annexe 6 : Guides d'entretiens pour les usagers (Projet n° 3)

Accueil du participant

Accueillir le participant en lui expliquant clairement les objectifs de l'étude, c.-à-d. de comprendre sa perception de ce qu'il juge bien et moins bien dans le programme TCCL au Centre de réadaptation Lucie-Bruneau du CIUSSS Centre-Sud-de-l'île-de-Montréal en ce qui concerne l'intervention par l'activité physique.

Puis expliquer au participant la définition de l'activité physique dans le cadre de cette étude : *tout mouvement produit par les muscles squelettiques, responsables d'une augmentation de la dépense énergétique* (OMS, 2017), ou, lorsque vous dépensez de l'énergie en bougeant votre corps. L'activité physique regroupe à la fois la dépense d'énergie lors des activités de la vie quotidienne (tâches ménagères, travail manuel, monter les marches, etc.), les activités de loisirs (jardiner, marche en forêt, promener le chien), la pratique sportive (marche rapide, nager, jouer au soccer) et les exercices visant à améliorer une capacité physique (souplesse, coordination, cardio, etc.).

Il est important de mentionner au participant que nous ne sommes pas ici pour l'évaluer et que sa participation n'affectera pas ou ne bonifiera pas la qualité des soins qu'il reçoit. Il faut aussi souligner que les intervieweurs, étant investigateurs extérieurs au programme, ont comme rôle de recueillir les perceptions des usagers puis d'analyser ce qui ressort des consultations afin d'émettre des recommandations pour la bonification de l'intervention visant l'activité physique dans le programme TCCL du CRLB.

***Technique du silence : laisser le participant s'exprimer*

***Réfléter ce que le participant dit (reformuler)*

*** Si participant parle de symptômes : investiguer si étaient présents avant la blessure... (et surtout questionner le participant sur l'impact de l'intervention sur ses symptômes)*

Complétion du formulaire de consentement

S'assurer que le participant ait une compréhension complète du formulaire de consentement et s'assurer d'obtenir le consentement éclairé par une signature avant de commencer l'entrevue.

Début de l'entrevue

1. Questionnaire démographique (*quelques questions pour apprendre à vous connaître*)

- a. Quel est votre âge (catégorie d'âge PRN)? _____
- b. Quelle est votre occupation actuelle _____ et au moment de la blessure? _____
- c. Selon ces choix de réponses, dans quel contexte votre blessure à la tête est-elle arrivée?

- i. Incident de travail
 - ii. Incident impliquant un véhicule motorisé
 - iii. Incident relié au sport
 - iv. Autres
- d. Quelle était la date de votre blessure ? _____
- e. S'agit-il de première blessure à la tête ? _____

2. **Habitudes en matière d'activité physique avant la blessure** (*expliquer pourquoi on questionne sur les habitudes de vie : constater niveau avant blessure/après/post programme, si cela a influencé votre participation au programme*) (**Définir activité physique**)

- a. Quelle était la place de l'activité physique dans votre vie avant la blessure ? (*Étiez-vous actif*)
- b. Quel type d'activité pratiquiez-vous?
 - i. Sonder avec : Fréquence, intensité (difficile ou pas), durée, etc.

Verbal	Non-verbal

3. **Habitudes de vie après la blessure**

- a. Quels ont été les impacts de la blessure sur votre participation aux activités physiques (mentionnées ci-haut) avant d'être admis au programme TCCL ?
 - i. Sonder avec : AVQ, AVD, activités sportives, activités sociales, arrêt d'activité etc.
 - ii. Questionner : pourquoi (médecin, conseils de la famille, croyances)

Verbal	Non-verbal

Transition

Mentionner au participant que nous allons maintenant continuer l'entrevue en posant des questions à propos des interventions par l'activité physique du programme (*tout ce qui concerne l'activité physique*). Préciser qu'une *intervention* par l'activité physique englobe les *conseils* visant à influencer la pratique des activités physiques, les *exercices effectués dans le gymnase* du CRLB ou à la *maison* et *toutes autres activités sportives* qui ont été donnés ou effectués dans le cadre du programme.

Donner des repères au participant en nommant des personnes impliquées dans l'intervention par l'activité physique (*kinésologue, physiothérapeute, ergothérapeute ou autre professionnel concerné*) ou par la description du lieu physique (ex. gym) ou activités physiques auxquelles il aurait pris part.

4. Informations sur l'intervention par l'activité physique

- a. Quand avez-vous été admis au programme TCCL?

Depuis combien de temps êtes-vous dans le programme? ou

- i. Depuis combien de temps avez-vous complété le programme?*

- b. Par qui avez-vous été référé au programme TCCL et quand?

- c. Qu'avez-vous reçu comme interventions par l'activité physique ?

- i. Sonder avec : quel professionnel, combien de temps avez-vous été suivi par le professionnel utilisant l'activité physique, fréquence, type d'activités, conseils (de quelle nature, pour quels types d'activités : marche, escaliers, sports, etc.), approches similaires de d'autres intervenants*

Verbal	Non-verbal

5. Les forces de l'intervention par l'activité physique

- a. Qu'avez-vous aimé de l'ensemble des interventions ?

- i. Sonder avec : horaire, lieux, intervenant (supervision), intervention de groupe, environnement, choix d'activités, infrastructures, personnalisation de l'intervention, etc.*

- b. Avez-vous perçu des bénéfices à ces interventions ?

- i. Sonder avec : humeur, énergie, forme physique, symptômes, etc.
ii. Si oui, ces bénéfices se sont-ils maintenus ?*

- c. Ces interventions ont-elles eu un impact positif sur vos activités quotidiennes et sur votre qualité de vie?

Verbal	Non-verbal

6. Les faiblesses de l'intervention par l'activité physique

- a. Qu'avez-vous moins aimé de l'ensemble des interventions?
- i. Sonder avec : horaire, lieux, intervenant (supervision), intervention de groupe, environnement, choix d'activités, infrastructures, etc.
- b. Avez-vous perçu des effets négatifs à ces interventions?
- i. Sonder avec : humeur, énergie/fatigue, problèmes de sommeil, forme physique, symptômes, etc.
 - ii. Si oui, ces effets négatifs se sont-ils maintenus ?
- c. Ces interventions ont-elles eu un impact négatif sur vos activités quotidiennes?
- i. Sonder avec : abandon d'activités

Verbal	Non-verbal

7. Les menaces de l'intervention par l'activité physique

- a. Est-ce que vous avez toujours pu participer aux activités physiques planifiées ou recommandées?
- b. Qu'est-ce qui a/aurait pu nuire à votre participation aux activités physiques?
 - i. Sonder avec : barrières physiques (temps, transport, ressources, retour au travail) ou personnelles (symptômes, motivation, aptitudes, perception par rapport à l'activité physique)
 - ii. *dans l'intervention et dans le quotidien ?

Verbal	Non-verbal

8. Les opportunités de l'intervention par l'activité physique

- a. Qu'est-ce qui pourrait être apporté au programme qui permettrait ou aurait permis une plus grande participation de votre part ou un impact plus positif (plus de bénéfices)?
 - i. Sonder avec : type d'activité, horaire, environnement, supervision, fréquence, etc.
- b. Selon ce que vous avez mentionné plus tôt (*difficulté X mentionnés précédemment*), avez-vous des idées de solutions potentielles?

Verbal	Non-verbal

9. Habitudes en matière d'activité physique depuis l'admission

- a. Depuis votre participation au programme, quelle est la place de l'activité physique dans votre vie ? (*est-ce que cela a changé vos habitudes de vie ?*)

- b. Quel type d'activité pratiquez-vous maintenant?
 - i. Sonder avec : Fréquence, intensité (difficile ou pas), durée, etc.
- c. Comment vous sentez-vous maintenant quand vous faites de l'activité physique?

Verbal	Non-verbal

10. Conclusion

- a. En terminant, est-ce qu'il y a autre chose que vous aimeriez approfondir ou ajouter à notre discussion ?

Verbal	Non-verbal

Commentaires de l'intervieweur (validité des propos, impression, temps d'entrevues)

Annexe 7 : Guides d'entretiens pour les cliniciens (Projet n° 3)

Accueil du participant

Accueillir le participant en lui expliquant clairement les objectifs de l'étude, c.-à-d. de comprendre sa perception des forces, faiblesses, opportunités et menaces de l'intervention par l'activité physique du programme TCCL au Centre de réadaptation Lucie-Bruneau du CIUSSS centre-sud de l'île de Montréal en ce qui concerne l'intervention par l'activité physique.

Puis expliquer au participant la définition de l'activité physique dans le cadre de cette étude : *tout mouvement produit par les muscles squelettiques, responsables d'une augmentation de la dépense énergétique* (OMS, 2017), ou, lorsque vous dépensez de l'énergie en bougeant votre corps. L'activité physique regroupe à la fois la dépense d'énergie lors des activités de la vie quotidienne (tâches ménagères, travail manuel, monter les marches, etc.), les activités de loisirs (jardiner, marche en forêt, promener le chien), la pratique sportive (marche rapide, nager, jouer au soccer) et les exercices visant à améliorer une capacité physique (souplesse, coordination, cardio, etc.). Préciser qu'une *intervention* par l'activité physique englobe les conseils visant à influencer la pratique des activités physiques, les exercices thérapeutiques effectués dans le gym du CRLB ou à la maison et toutes autres activités sportives qui ont été données ou effectuées dans le cadre du programme.

Mentionner que les intervieweurs ne sont pas là pour évaluer les cliniciens qui utilisent l'activité physique, mais bien de documenter les perceptions de cette intervention par l'équipe clinique. Leur rôle est donc de recueillir les perceptions des usagers puis d'analyser ce qui ressort des consultations afin d'émettre des recommandations pour la bonification de l'intervention visant l'activité physique dans le programme TCCL du CRLB.

Complétion du formulaire de consentement

S'assurer que le participant ait une compréhension complète du formulaire de consentement et s'assurer d'obtenir le consentement éclairé et par une signature avant de commencer l'entrevue.

Début de l'entrevue

1. Données démographiques

- a. Pouvez-vous décrire votre poste et votre rôle au sein du programme?
- b. Depuis combien de temps pratiquez-vous cette profession ?
- c. Depuis combien de temps travaillez-vous avec la clientèle TCCL ?

2. Utilisation de l'activité physique dans le cadre de ses fonctions

- a. Utilisez-vous des interventions par l'activité physique?
 - i. Si oui, pouvez-vous nous décrire ces interventions?
 - ii. Sinon, quel est l'impact de l'intervention par l'activité physique sur votre pratique?

3. Les forces de l'intervention par l'activité physique

- a. Selon vous, quelles sont les forces de l'intervention par l'activité physique?
 - i. Sonder avec : Horaire, lieux, mode de supervision, intervention de groupe, environnement, choix d'activités, etc.
- b. Selon vous, qu'est-ce que cette approche peut apporter de bénéfique aux usagers?
 - i. Sonder avec : Symptômes, fatigue, douleur, participation, etc.

4. Les faiblesses de l'intervention par l'activité physique

- a. Selon vous, quelles sont les faiblesses de l'intervention par l'activité physique?
 - i. Sonder avec : Horaire, lieux, mode de supervision, intervention de groupe, environnement, choix d'activités, etc.
- b. Avez-vous perçu des effets négatifs pour les usagers?
 - i. Sonder avec : Fatigue, douleur, abandon d'activités, etc.

5. Les menaces de l'intervention par l'activité physique

- a. Selon vous, qu'est-ce qui pourrait nuire à la participation des usagers à l'intervention par l'activité physique?
 - i. Sonder avec : Retard/absentéisme, non-compliance, infrastructures, matériel, horaire, entraînement en groupe, etc.

6. Les opportunités de l'intervention par l'activité physique

- a. Qu'est-ce qui pourrait améliorer ou bonifier l'intervention par l'activité physique ?
- b. Selon vous, comment pourrait-on optimiser la participation des usagers?
 - i. Sonder avec : Type d'activité, horaire, environnement, supervision, fréquence?
- c. Selon ce que vous avez mentionné plus tôt (*difficulté X mentionnés précédemment*), avez-vous des idées de solutions potentielles?

7. Conclusion

- a. En terminant est-ce qu'il y a autre chose que vous aimeriez approfondir ou ajouter à notre discussion?

Annexe 8 : Certificat du Comité d'éthique de la recherche du CRIR (Projet n° 4)

Le 3 mai 2021

Madame Bonnie Swaine, Ph.D.
CRIR - IURDPM
Pavillon Lindsay
Bureau 061
6363, chemin Hudson
Montréal (Québec) H3S 1M9

Objet : Approbation éthique finale du Comité d'éthique de la recherche des établissements du CRIR

Titre : Faisabilité d'une intervention progressive à la marche offerte en téléasanté aux adultes ayant des symptômes persistants d'un traumatisme craniocérébral léger en contexte de la pandémie de la COVID-19

Numéro du projet : [MP-50-2021-965, CRIR-1516-1118/multi](#)

Madame,

Le Comité d'éthique de la recherche des établissements du CRIR a évalué votre projet de recherche à sa réunion plénière du 16 mars 2021. Lors de cette réunion, les documents suivants ont été examinés :

- Formulaire A (formulaire de dépôt antérieur à Nagano);
- Lettre de présentation au CÉR datée du 9 février 2021;
- Preuve d'octroi d'une subvention de 160 000 \$ du Fonds de recherche Santé Québec;
- Budget;
- Formulaire d'examen de l'Institut universitaire sur la réadaptation en déficience physique de Montréal du CIUSSS du Centre-Sud-de-l'Île-de-Montréal (pavillon Gingras) attestant que l'établissement accueille favorablement le projet sur le plan de la convenance institutionnelle (en date du 4 mars 2021)
- Protocole de recherche;
- Description du projet;
- Formulaire de consentement (versions française et anglaise);
- Journal d'activité physique (versions française et anglaise);
- Guide d'entrevue (versions française et anglaise);
- Questionnaire sociodémographique (versions française et anglaise);
- Questionnaire de satisfaction (versions française et anglaise);
- Questionnaire sur l'aptitude à l'activité physique pour tous (Q-AAP+) (versions française et anglaise).

Suite à cette réunion, une approbation conditionnelle vous a été émise en date du 22 mars 2021. Vous nous avez soumis en date du 31 mars 2021, les documents suivants :

- Protocole de recherche;
- Formulaire de consentement (versions française et anglaise).

Vos réponses et les modifications apportées à votre projet de recherche ont fait l'objet d'une évaluation. Suite à cette évaluation, le tout ayant été jugé satisfaisant, nous avons le plaisir de vous informer que votre projet de recherche a été approuvé.

Les documents que le Comité d'éthique des établissements du CRIR a approuvés et que vous pouvez utiliser pour la réalisation de

votre projet sont les suivants :

- Formulaire A (formulaire de dépôt antérieur à Nagano);
- Lettre de présentation au CÉR datée du 9 février 2021;
- Preuve d'octroi d'une subvention de 160 000 \$ du Fonds de recherche Santé Québec;
- Budget;
- Formulaire d'examen de l'Institut universitaire sur la réadaptation en déficience physique de Montréal du CIUSSS du Centre-Sud-de-l'Île-de-Montréal (pavillon Gingras) attestant que l'établissement accueille favorablement le projet sur le plan de la convenance institutionnelle (en date du 4 mars 2021)
- Protocole de recherche;
- Description du projet;
- Formulaire de consentement (versions française et anglaise);
- Journal d'activité physique (versions française et anglaise);
- Guide d'entrevue (versions française et anglaise);
- Questionnaire sociodémographique (versions française et anglaise);
- Questionnaire de satisfaction (versions française et anglaise);
- Questionnaire sur l'aptitude à l'activité physique pour tous (Q-AAP+) (versions française et anglaise).

Cette approbation est valide pour un an à compter du 03 mai 2021, date de l'approbation finale.

Un mois avant la date d'échéance, vous devrez faire une demande de renouvellement auprès du Comité d'éthique de la recherche des établissements du CRIR en utilisant le formulaire de demande de renouvellement - Formulaire F-9 - prévu à cet effet dans Nagano.

Dans le cadre du suivi continu, le Comité vous demande de vous conformer aux exigences suivantes en utilisant les formulaires du Comité prévus à cet effet :

- Informer, dès que possible, le CÉR de tout changement qui pourrait être apporté à la présente recherche ou aux documents qui en découlent (Formulaire F-1) ;
- Notifier, dès que possible, le CÉR de tout incident ou accident lié à la procédure du projet ;
- Notifier, dès que possible, le CÉR de tout nouveau renseignement susceptible d'affecter l'intégrité ou l'éthicité du projet de recherche, ou encore, d'influer sur la décision d'un sujet de recherche quant à sa participation au projet ;
- Notifier, dès que possible, le CÉR de toute suspension ou annulation d'autorisation relative au projet qu'aura formulée un organisme de subvention ou de réglementation ;
- Notifier, dès que possible, le CÉR de tout problème constaté par un tiers au cours d'une activité de surveillance ou de vérification, interne ou externe, qui est susceptible de remettre en question l'intégrité ou l'éthicité du projet ainsi que la décision du CÉR ;
- Notifier, dès que possible, le CÉR de l'interruption prématurée, temporaire ou définitive du projet. Cette modification doit être accompagnée d'un rapport faisant état des motifs à la base de cette interruption et des répercussions sur celles-ci sur les sujets de recherche ;
- Fournir annuellement au CÉR un rapport d'étape l'informant de l'avancement des travaux de recherche ;
- Demander le renouvellement annuel de son certificat d'éthique (Formulaire F-9) ;
- Tenir et conserver, selon la procédure prévue dans la *Politique portant sur la conservation d'une liste des sujets de recherche*, incluse dans le cadre réglementaire des établissements du CRIR, une liste des personnes qui ont accepté de prendre part à la présente étude ;
- Envoyer au CÉR une copie de son rapport de fin de projet / publication ;
- En vertu de l'article 19.2 de la *Loi sur les services de santé et les services sociaux*, obtenir l'autorisation du Directeur des services professionnels de l'établissement sollicité avant d'aller consulter les dossiers des usagers de cet établissement, le cas échéant.

Faisabilité d'une intervention progressive à la marche offerte en télésanté aux adultes ayant des symptômes persistants d'un traumatisme craniocérébral léger en contexte de la pandémie de la COVID-19

Annexe 9 : Formulaire d'information et de consentement (Projet n° 4)



Centre intégré
universitaire de santé
et de services sociaux
du Centre-Sud-
de-l'île-de-Montréal



1. TITRE DU PROJET

Faisabilité d'une intervention progressive à la marche offerte en télésanté aux adultes ayant des symptômes persistants d'un traumatisme craniocérébral léger en contexte de la pandémie de la COVID-19

2. RESPONSABLES DU PROJET

Bonnie Swaine, Ph. D.

Chercheuse du CRIR-IURDPM

Directrice et professeure titulaire, Université de Montréal

514-343-7361 bonnie.swaine@umontreal.ca

Isabelle Gagnon, Ph. D.

Chercheuse associée du CRIR

Professeure agrégée, Université McGill

isabelle.gagnon8@mcgill.ca

Michelle McKerral Ph.D.

Chercheuse du CRIR-IURPDM

Directrice et professeure titulaire, Université de Montréal

michelle.mckerral@umontreal.ca

Elaine de Guise Ph.D.

Chercheuse du CRIR-IURDPM

Professeure agrégée, Université de Montréal

elaine.de.guise@umontreal.ca

Faisabilité d'une intervention progressive à la marche offerte en télésanté aux adultes ayant des symptômes persistants d'un traumatisme craniocérébral léger en contexte de la pandémie de la COVID-19

3. COORDONNATEUR DU PROJET

Christophe Alarie, M.Sc. Ph.D. (cand.)
Candidat au doctorat, Université de Montréal
christophe.alarie@umontreal.ca

4. ORGANISME SUBVENTIONNAIRE

Ce projet est financé par le Consortium de recherche en traumatologie (Volet 3) des Fonds de Recherche du Québec en Santé (FRQS).

5. PRÉAMBULE

Nous vous invitons à participer à un projet de recherche. Avant d'accepter de participer à ce projet de recherche, veuillez prendre le temps de lire, de comprendre et de considérer attentivement les renseignements qui suivent.

Ce formulaire de consentement vous explique le but de cette étude, les procédures, les avantages, les risques et inconvénients, de même que les personnes avec qui communiquer au besoin.

Le présent formulaire de consentement peut contenir des mots que vous ne comprenez pas. Nous vous invitons à poser toutes les questions que vous jugerez utiles au chercheur et aux autres membres du personnel affecté au projet de recherche et à leur demander de vous expliquer tout mot ou renseignement qui n'est pas clair.

6. DESCRIPTION DU PROJET ET DE SES OBJECTIFS

Ce projet de recherche vise à déterminer s'il est faisable d'offrir un programme de marche progressif en télésanté auprès d'adultes ayant des symptômes persistants d'un traumatisme craniocérébral léger (TCCL).

Cette intervention à la marche est d'une durée de huit (8) semaines. À l'aide d'un suivi hebdomadaire avec un membre de l'équipe de recherche et d'un moniteur d'activité

Faisabilité d'une intervention progressive à la marche offerte en télésanté aux adultes ayant des symptômes persistants d'un traumatisme craniocérébral léger en contexte de la pandémie de la COVID-19

physique (montre FitBit), les participants seront encouragés à augmenter progressivement la quantité de pas marchés par semaine. Des renseignements généraux et sur la santé seront collectés au début, pendant et à la fin de l'intervention.

Les objectifs de cette étude sont de déterminer la **faisabilité** et l'**acceptabilité** d'une intervention progressive à la marche offerte en télésanté aux adultes ayant des symptômes persistants d'un TCCL et d'**explorer les effets** sur la santé.

7. NATURE DE LA PARTICIPATION

Comme participant à ce projet, vous êtes invité à suivre une intervention progressive à la marche qui vise à augmenter votre nombre de pas marchés chaque semaine, basé sur la quantité de pas marchés lors d'une semaine typique. Ce nombre de pas inclut l'ensemble des déplacements faits à l'intérieur et à l'extérieur de votre domicile à la marche ou par des activités similaires à la marche (p. ex. : le jogging ou le ski de fond).

Au courant de l'intervention progressive à la marche, vous serez invité à marcher un plus grand nombre de pas que la semaine précédente (approximativement 5 % de plus), jusqu'à l'atteinte de 40 % supplémentaire de votre niveau de base à la fin de l'intervention, c'est-à-dire à la 8^e semaine. Par exemple, une personne qui a marché 14 000 pas la première semaine (\approx 20 min par jour ou \pm 2 heures et 20 min de marche par semaine) sera encouragée (mais pas forcée) à marcher près de 20 000 pas (\approx 29 min par jour ou \pm 3 heures et 15 min de marche par semaine) à la dernière semaine de l'intervention. Bien sûr, la progression recommandée s'adaptera à vos capacités et en considérant la présence de symptômes du TCCL. Nous vous demanderons de remplir un journal d'activité physique contenant le nombre de pas marchés par jour, la perception de l'effort, ainsi que la présence et la variation des symptômes du TCCL.

Nous avons prévu 12 rencontres variant entre 15-90 minutes chacune et espacées pendant la durée de l'étude. Toutes les rencontres seront en télésanté en utilisant la plateforme Zoom. Le membre de l'équipe de recherche vous enverra un lien unique vers une salle de rencontre Zoom qui est conviviale, sûre et confidentielle. Cette plateforme

Faisabilité d'une intervention progressive à la marche offerte en télésanté aux adultes ayant des symptômes persistants d'un traumatisme craniocérébral léger en contexte de la pandémie de la COVID-19

est couramment utilisée dans le système de santé du Québec pour les rendez-vous avec les professionnels de la santé.

Éligibilité à l'étude :

Cette recherche cible surtout les personnes inscrites sur une liste d'attente pour admission dans un programme de réadaptation dédié aux personnes ayant subi un TCCL. Pour connaître votre éligibilité à cette étude, nous vous inviterons à remplir le Questionnaire sur l'Aptitude à l'Activité Physique (Q-AAP+) lors de la première rencontre avec un membre de l'équipe de recherche.

Détails des rencontres :

Rencontre # 1 (Durée prévue entre 15 et 60 minutes) : La première rencontre vise à obtenir votre consentement libre et éclairé afin de participer à cette étude et vérifier votre admissibilité. Si vous êtes admissible, cette rencontre se poursuivra où nous vous familiariserons avec la plateforme de télésanté Zoom et collecterons des renseignements généraux (p. ex. : âge, genre, historique de TCCL, mécanisme de la blessure, adresse de domicile, etc.) et de l'information à propos des symptômes persistants de votre TCCL, le cas échéant. À la suite de cette rencontre, vous recevrez par la poste un moniteur d'activité physique (montre FitBit Inspire 2).

Rencontre # 2 (Durée prévue de 45 minutes) : La deuxième rencontre vise à vous familiariser avec le moniteur d'activité physique (FitBit Inspire 2) et nous vous demanderons de commencer à la porter à votre poignet durant les 7 prochaines journées. Cette première semaine de port du moniteur FitBit sert à déterminer la quantité de pas marchés durant une semaine typique, ce qui est très important pour la progression de l'intervention à la marche. Cette rencontre sert aussi à planifier un calendrier de rencontres, idéalement aux mêmes journées et aux mêmes heures en fonction de vos disponibilités, de sorte à faciliter votre présence aux rencontres de suivi.

Faisabilité d'une intervention progressive à la marche offerte en télésanté aux adultes ayant des symptômes persistants d'un traumatisme craniocérébral léger en contexte de la pandémie de la COVID-19

Rencontre # 3 (Durée prévue de 90 minutes, incluant 2 pauses) : Cette rencontre vise à connaître la quantité de pas marchés lors de la première semaine et de collecter des informations sur votre santé à l'aide de questionnaires. Nous vous demanderons de répondre à 6 questionnaires portant sur les symptômes du TCCL, la fatigue, les symptômes d'anxiété et de dépression, la kinésiophobie, la qualité du sommeil et la qualité de vie. Deux pauses de 10 minutes sont prévues durant l'administration des questionnaires pour éviter de vous épuiser. Durant cette rencontre, l'objectif du nombre de pas à marcher durant la semaine sera déterminé et le membre de l'équipe de recherche vous aidera à trouver des moyens concrets pour atteindre cet objectif. Cette rencontre sera enregistrée.

Rencontres # 4 à 10 (Durée prévue entre 30 et 45 minutes) : Ces rencontres se dérouleront pendant les 8 semaines de l'intervention progressive à la marche. Ces rencontres seront assez similaires et visent à connaître le nombre de pas marchés lors de la semaine précédant la rencontre. L'objectif de la semaine sera ajusté en fonction des résultats de la semaine précédente. Il y aura des discussions portant sur les difficultés vécues (le cas échéant) et des solutions facilitatrices pouvant être mises en place. Ensemble, vous prévoirez un plan d'action pour atteindre les objectifs de la semaine.

Rencontre # 11 (Durée prévue de 60 minutes, incluant 2 pauses) : Cette rencontre vise à évaluer les retombées perçues de l'intervention. Nous vous demanderons le nombre de pas marchés lors de la semaine précédente et nous vous demanderons de remplir les mêmes questionnaires sur la santé. De nouveau, deux pauses de 10 minutes sont prévues durant l'administration des questionnaires pour éviter de vous épuiser. Une fois les questionnaires complétés, l'évaluateur trouvera avec vous le meilleur moment pour commencer l'entrevue semi-dirigée dans les prochains jours (c.-à-d., la 12^e rencontre). Cette rencontre sera enregistrée.

Rencontre # 12 (Durée prévue de 45 minutes) : L'objectif de cette dernière rencontre est de connaître vos perceptions de votre expérience avec l'intervention progressive à la marche en télésanté. L'entrevue sera enregistrée en utilisant la fonction

Faisabilité d'une intervention progressive à la marche offerte en télésanté aux adultes ayant des symptômes persistants d'un traumatisme craniocérébral léger en contexte de la pandémie de la COVID-19

d'enregistrement de la plateforme Zoom et se déroulera sous forme de discussion avec le membre de l'équipe de recherche.

8. AVANTAGES POUVANT DÉCOULER DE VOTRE PARTICIPATION

Participer à ce projet pourrait favoriser une bonne santé. De plus, vous pourriez contribuer à l'avancement de la science dans le domaine de l'utilisation de l'activité physique auprès des personnes ayant des symptômes persistants d'un TCCL.

9. RISQUES ET INCONVÉNIENTS POUVANT DÉCOULER DE VOTRE PARTICIPATION

RISQUES

Cette étude encourage les participants à marcher plus fréquemment qu'ils le faisaient au début de l'intervention. L'activité physique réalisée dans cette intervention est la marche, une activité physique représentant peu de risque auprès des adultes ayant des symptômes d'un TCCL. Nous jugeons que le risque de blessures liées à cette étude est minimal, de façon similaire à lorsque vous marchez à l'intérieur ou à l'extérieur de votre domicile quotidiennement.

Néanmoins, nous ne pouvons exclure que la participation à ce projet de recherche implique un risque minime de faire une chute, de vous blesser ou d'augmenter les symptômes du TCCL de façon temporaire. Dans l'éventualité que vos symptômes augmentent, la progression sera ajustée pour éviter de causer de l'inconfort.

Risque de chute : Le risque de perdre l'équilibre lors de toute séance de marche ne peut être complètement éliminé. Il est possible qu'un événement imprévu mène à ce que vous tombiez durant votre marche. Pour réduire ce risque, nous vous demanderons de porter de bonnes bottes (au besoin) ou des chaussures de course/sport confortables. Selon la saison en cours, nous pourrons vous fournir des crampons ou un bâton de marche dans le but d'éviter les chutes.

Faisabilité d'une intervention progressive à la marche offerte en télésanté aux adultes ayant des symptômes persistants d'un traumatisme craniocérébral léger en contexte de la pandémie de la COVID-19

Une nouvelle blessure : Le risque de subir une blessure musculosquelettique pendant une période de marche ne peut être complètement éliminé (p. ex. : entorse de cheville).

Une augmentation temporaire des symptômes du TCCL : Le risque de ressentir une augmentation temporaire des symptômes du TCCL pendant ou à la suite d'une période de marche ne peut être complètement éliminé. Afin de limiter les risques d'augmentation des symptômes du TCCL, nous vous recommanderons de marcher à une vitesse et un niveau d'effort perçus qui est adéquat pour vous. Dans l'éventualité que vos symptômes augmentent, la progression sera ajustée pour éviter de causer de l'inconfort.

Il est aussi entendu que votre participation au projet n'affectera pas les soins et les services que vous recevez ou recevrez de votre établissement de réadaptation. Votre participation à cette étude ne ralentit pas votre admission à votre programme de réadaptation spécialisé et ne provoquera pas d'interruption des traitements. Même si vous êtes admis à votre programme spécialisé avant la fin de l'étude, vous pourrez commencer votre réadaptation et continuer de participer à ce projet puisque le programme de marche est complémentaire aux traitements offerts par les intervenants cliniques (professionnels de la santé) des programmes TCC du Québec.

INCONVÉNIENTS

Temps de participation : Communiquer avec l'équipe de recherche, se connecter à la plateforme de télésanté pour 12 séances, remplir des questionnaires, faire l'intervention à la marche et assurer le suivi (par courriel ou par téléphone) peuvent être considérées comme un inconvénient pour certaines personnes.

Utilisation de la technologie de télésanté : Il est possible que les rencontres sur la plateforme Zoom soient entravées par des problèmes imprévisibles en lien avec la technologie. Par exemple, des problèmes de connexion internet pourrait nuire au déroulement des séances nécessitant de remettre la rencontre à un autre moment.

Faisabilité d'une intervention progressive à la marche offerte en télésanté aux adultes ayant des symptômes persistants d'un traumatisme craniocérébral léger en contexte de la pandémie de la COVID-19

10. ACCÈS AUX RÉSULTATS À LA FIN DE LA RECHERCHE

À la fin de l'étude, vous aurez la possibilité d'avoir accès aux résultats généraux découlant de ce projet de recherche. Souhaitez-vous obtenir une copie des résultats ?

Oui courriel : _____

Non

11. CONFIDENTIALITÉ

Tous les renseignements personnels collectés au cours de l'étude seront codés pour garantir la confidentialité. Seuls les membres de l'équipe de recherche y auront accès. Cependant, à des fins de contrôle du projet de recherche, votre dossier de recherche pourrait être consulté par une personne mandatée par le CÉR des établissements du CRIR ou par la Direction de l'éthique et de la qualité du ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec qui adhère à une politique de stricte confidentialité.

Les données de recherche (documents écrits et enregistrements audiovisuels) seront conservées dans des dossiers sécurisés protégés par un mot de passe et stockés dans un serveur crypté à l'Institut Universitaire sur la Déficience Physique de Montréal (IURDPM). Les données de recherche seront conservées par la personne responsable de l'étude pendant une période de 7 ans suivant la fin du projet, après quoi elles seront détruites. Dans le cas où les résultats de cette étude seraient présentés ou publiés, rien ne pourra permettre de vous identifier.

12. PARTICIPATION VOLONTAIRE ET DROIT DE RETRAIT

Vous êtes libre d'accepter ou de refuser de participer à ce projet de recherche. Vous pouvez vous retirer de cette étude à n'importe quel moment, sans avoir à donner de raison ni à subir de préjudice de quelque nature que ce soit. Vous avez simplement à aviser la personne-ressource de l'équipe de recherche. En cas de retrait de votre part, les documents écrits et audiovisuels vous concernant seront détruits, à votre demande.

Faisabilité d'une intervention progressive à la marche offerte en télésanté aux adultes ayant des symptômes persistants d'un traumatisme craniocérébral léger en contexte de la pandémie de la COVID-19

13. ÉTUDES ULTÉRIEURES

Il se peut que les résultats obtenus à la suite de cette étude donnent lieu à une autre recherche. Dans cette éventualité, autorisez-vous les responsables de ce projet à vous contacter à nouveau et à vous demander si vous souhaitez participer à cette nouvelle recherche ?

- non
- oui pour une durée d'un an *
- oui pour une durée de deux ans *
- oui pour une durée de trois ans *

* Notez que si vous cochez l'une de ces trois cases, vos coordonnées personnelles seront conservées par le chercheur principal pour la période à laquelle vous avez consenti.

14. RESPONSABILITÉ DE L'ÉQUIPE DE RECHERCHE

En acceptant de participer à cette étude, vous ne renoncez à aucun de vos droits ni ne libérez les chercheurs ou l'établissement de leurs responsabilités civiles et professionnelles.

15. INDEMNITÉ COMPENSATOIRE

À la fin de l'intervention, vous pourrez choisir de conserver la montre FitBit ou de nous l'envoyer par la poste et obtenir une indemnité financière de 150\$. Si vous décidez de rendre la montre FitBit, nous vous rembourserons les coûts d'un envoi postal normal d'un petit colis (autour de 15\$).

En cas d'arrêt de participation à l'étude, nous vous demanderons de nous renvoyer la montre par la poste, nous vous rembourserons les coûts de l'envoi postal d'un petit colis (autour de 15\$) et nous verserons une indemnité compensatoire au prorata de votre participation, basée sur le nombre de semaines où vous avez participé.

16. PERSONNES-RESSOURCES

Faisabilité d'une intervention progressive à la marche offerte en télésanté aux adultes ayant des symptômes persistants d'un traumatisme craniocérébral léger en contexte de la pandémie de la COVID-19

Si vous avez des questions concernant le projet de recherche, si vous souhaitez vous retirer de l'étude ou si vous voulez faire part à l'équipe de recherche d'un incident, vous pouvez contacter : Bonnie Swaine, Chercheur du CRIR et Professeure à l'École de réadaptation de l'Université de Montréal : 514-343-7361 ou par courriel : bonnie.swaine@umontreal.ca.

Si vous avez des questions sur vos droits et recours ou sur votre participation à ce projet de recherche, vous pouvez communiquer avec Mme Coralie Mercerat, Coordonnatrice du comité d'éthique de la recherche (CÉR) des établissements du CRIR au 514-527-9565, poste 3789 ou par courriel : Coralie.Mercerat.ccsmtl@ssss.gouv.qc.ca.

Pour ces questions, vous pouvez aussi contacter le commissaire local aux plaintes de votre établissement au CIUSSS du Centre-Sud-de-l'Île-de-Montréal : Téléphone : 514-593-3600 ; Courriel : commissaireauxplaintes.ccsmtl@ssss.gouv.qc.ca. Si votre établissement n'est pas le CIUSSS du Centre-Sud-de-l'Île-de-Montréal, veuillez vous référer à l'Annexe.

Faisabilité d'une intervention progressive à la marche offerte en télésanté aux adultes ayant des symptômes persistants d'un traumatisme craniocérébral léger en contexte de la pandémie de la COVID-19

17. CONSENTEMENT

Je déclare avoir pris connaissance et compris le présent projet, la nature et l'ampleur de ma participation, ainsi que les risques et les inconvénients auxquels je m'expose tel que présenté dans le présent formulaire. J'ai eu l'occasion de poser toutes les questions concernant les différents aspects de l'étude et de recevoir des réponses à mes questions. Une copie signée de ce formulaire d'information et de consentement doit m'être remise.

Je, soussigné(e), accepte volontairement de participer à cette étude. Je peux me retirer en tout temps sans préjudice d'aucune sorte. Je certifie qu'on m'a laissé le temps voulu pour prendre ma décision.

NOM DU PARTICIPANT

SIGNATURE

Fait à _____, le _____, 20_____

LE CHERCHEUR REMET UNE COPIE SIGNÉE DU FORMULAIRE DE CONSENTEMENT AU PARTICIPANT ET EN CONSERVE UNE AU DOSSIER

Faisabilité d'une intervention progressive à la marche offerte en télésanté aux adultes ayant des symptômes persistants d'un traumatisme craniocérébral léger en contexte de la pandémie de la COVID-19

18. ENGAGEMENT DU CHERCHEUR OU DE SON REPRÉSENTANT

Je, soussigné (e), _____, certifie

- (a) avoir expliqué au signataire les termes du présent formulaire ;
- (b) avoir répondu aux questions qu'il m'a posées à cet égard ;
- (c) lui avoir clairement indiqué qu'il reste, à tout moment, libre de mettre un terme à sa participation au projet de recherche décrit ci-dessus ;
- (d) que je lui remettrai une copie signée et datée du présent formulaire.

Signature du responsable du projet
ou de son représentant

Fait à _____, le _____ 20____

Faisabilité d'une intervention progressive à la marche offerte en télésanté aux adultes ayant des symptômes persistants d'un traumatisme craniocérébral léger en contexte de la pandémie de la COVID-19

ANNEXE

COMMISSAIRES LOCAUX AUX PLAINTES ET À LA QUALITÉ DES SERVICES DES ÉTABLISSEMENTS DU CRIR ET DE LEURS PARTENAIRES

Centre de réadaptation Lethbridge-Layton-Mackay

- Centre de réadaptation Constance-Lethbridge
- Centre de réadaptation MAB-Mackay

CIUSSS du Centre-Ouest-de-l'Île-de-Montréal

Téléphone : 514-340-8222, poste 24222

Courriel : ombudsman.comtl@ssss.gouv.qc.ca

Institut universitaire sur la réadaptation en déficience physique de Montréal

- Centre de réadaptation Lucie-Bruneau
- Institut Raymond-Dewar
- Institut de réadaptation Gingras-Lindsay de Montréal

CIUSSS du Centre-Sud-de-l'Île-de-Montréal

Téléphone : 514-593-3600

Courriel : commissaireauxplaintes.ccsmtl@ssss.gouv.qc.ca

Hôpital juif de réadaptation

CISSS de Laval

Téléphone : 450-668-1010, poste 23628

Courriel : plaintes.csssl@ssss.gouv.qc.ca

Institut Nazareth et Louis-Braille

CISSS de la Montérégie-Centre

Téléphone : 450-466-5434 ou sans frais 1-866-967-4825, poste 8884

Courriel : commissaire.cisssmc16@ssss.gouv.qc.ca

Faisabilité d'une intervention progressive à la marche offerte en télésanté aux adultes ayant des symptômes persistants d'un traumatisme craniocérébral léger en contexte de la pandémie de la COVID-19

Centre de réadaptation en déficience physique de Lanaudière

CISSS de Lanaudière

Téléphone : 450-759-5333, poste 2133 ou sans frais 1-800-229-1152, poste 2133

Courriel : plaintes.cissslan@ssss.gouv.qc.ca

Centre de réadaptation en déficience physique des Laurentides

CISSS des Laurentides

Téléphone : 450-432-8708

Courriel : info-plaintes@ssss.gouv.qc.ca

Date :

ID du participant :

Annexe 10 : Questionnaire de renseignements généraux (Projet n° 4)

Intervention progressive à la marche en télésanté pour les adultes ayant des symptômes persistants d'un TCCL

1. Date de naissance: _____
2. Sexe à la naissance :
 - a. Homme
 - b. Femme
 - c. Préfère ne pas répondre
3. Genre:
 - a. Homme
 - b. Femme
 - c. Non-binaire
 - d. Homme trans
 - e. Femme trans
 - f. Autre
 - g. Préfère ne pas répondre
4. Lequel des diplômes suivants avez-vous obtenu à ce jour?
 - a. Secondaire
 - b. Préuniversitaire (CÉGEP)
 - c. Baccalauréat
 - d. Maîtrise
 - e. Doctorat ou Doctorat clinique
 - f. Autre: _____
5. Quelle est votre langue principale/préférée?
 - a. Anglais
 - b. Français
 - c. Autres
6. Avez-vous déjà subi un traumatisme craniocérébral léger (TCCL) ou une commotion cérébrale ?
 - a. Oui
 - b. Non
7. Si oui, ressentez-vous toujours des symptômes de votre TCCL ou de votre commotion cérébrale ?
 - a. Oui
 - b. Non
8. Si oui, à quand remonte votre plus récent TCCL ou votre commotion cérébrale (date)?

Date :

ID du participant :

- Année : _____ Mois : _____ Jour : _____
9. Si oui, quel était le mécanisme de la blessure de votre plus récent TCCL ou de votre commotion cérébrale:
- Durant la pratique d'une activité sportive
 - Une chute
 - Collision impliquant un véhicule motorisé
 - Violence physique
 - Explosion
 - Autre : _____
10. Si oui, quel est votre historique de TCCL ou de commotion cérébrale (nombre diagnostiqué) ?
- Nombre : _____
11. Quel est actuellement votre statut d'emploi:
- Temps plein
 - Temps partiel
 - En retour au travail progressif
 - Arrêt de travail
 - Sans emploi
 - Retraité
 - Étudiant
 - Autre _____
12. Si applicable, quelle était votre date d'admission au programme pour les personnes ayant subi un TCC ?
- Année : _____ Mois : _____ Jour : _____
13. Avez-vous déjà reçu un diagnostic suivant (encerclez tout ce qui s'applique)?
- Trouble de l'attention/ Trouble de l'attention avec hyperactivité
 - Dépression
 - Anxiété
 - Troubles d'apprentissage
 - Migraines
 - Crise d'épilepsie
 - Autre condition psychiatrique
14. En moyenne, dans quelle mesure êtes-vous en forme par rapport à vos pairs?
- Beaucoup moins en forme
 - Un peu moins en forme
 - Aussi en forme
 - Un peu plus en forme
 - Beaucoup plus en forme
15. Avez-vous des endroits favorables à la pratique d'activités physiques telle que la marche près de votre domicile. Par exemple : parc, montagne, centre de plein air :

Date :

ID du participant :

Si oui, lesquels :

16. Quel moyen de transport utilisez-vous le plus fréquemment ?

- a. Automobile (inclus le covoiturage, la moto, taxi, Uber)
- b. Transport en commun (transports publics comme le métro ou l'autobus)
- c. Transport actif (marche, bicyclette)
- d. Autre : _____

17. Avez-vous un animal de compagnie pouvant vous accompagner lorsque vous marchez à l'extérieur ?

Si oui, lequel : _____

18. En moyenne, combien de minutes par semaine consacrez-vous à une activité physique modérée et/ou vigoureuse (course à pied, vélo, entraînement par intervalles, etc.) ?

Nombre de minutes : _____

19. Au cours des 7 derniers jours, combien de jours avez-vous pratiqué 30 minutes ou plus d'activité physique qui était suffisant pour vous faire respirer plus fort que d'habitude ? Cela peut inclure la participation à un sport, l'exercice et la marche rapide ou le cyclisme à des fins récréatives ou pour se déplacer d'un endroit à l'autre, mais n'inclut pas les travaux ménagers ou l'activité physique pouvant faire partie de votre travail ? _____

Nombre de jour(s) : _____

Annexe 11 : Questionnaire sur l'aptitude à l'activité physique pour tous

(Projet n° 4)


Q-AAP+






Questionnaire sur l'aptitude à l'activité physique pour tous

L'exercice physique pratiqué d'une façon régulière constitue une occupation de loisir saine et agréable et plus de gens devraient devenir plus actifs physiquement à chaque jour de la semaine. Mener une vie active est sécuritaire pour LA PLUPART DES GENS. Ce questionnaire vous dira si elle est nécessaire pour vous de demander conseil à votre médecin ou à un professionnel de l'entraînement qualifié avant de devenir plus actif physiquement.


DES QUESTIONS DE SANTÉ GÉNÉRALE




S'il vous plaît, répondez soigneusement et honnêtement à ces 7 questions: cocher Oui ou Non.	OUI	NON
1) Votre médecin vous a-t-il déjà dit que vous souffrez d'un problème cardiaque OU d'hypertension artérielle?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) Ressentez-vous une douleur à la poitrine au repos, au cours de vos activités quotidiennes, OU lorsque vous faites de l'activité physique?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) Éprouvez-vous des problèmes d'équilibre reliés à un étourdissement OU avez-vous perdu connaissance au cours des 12 derniers mois? Répondez NON si vos étourdissements sont reliés à de l'hyperventilation (y compris pendant un exercice physique intense).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) Votre médecin vous a-t-il déjà dit que vous souffrez d'une autre maladie chronique (autre qu'une maladie cardiaque ou de l'hypertension)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) Prenez-vous actuellement des médicaments prescrits pour une maladie chronique?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) Avez-vous des problèmes osseux ou articulaires qui pourraient être aggravés si vous devenez plus actif physiquement? Répondez NON , s'il vous plaît, si vous aviez un problème articulaire dans le passé (par exemple, genou, cheville, épaule ou autre) qui ne limite pas votre capacité actuelle à être physiquement actif.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7) Est-ce que votre médecin a déjà dit que vous ne pouviez pas faire de l'activité physique sans supervision médicale?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

 **Si vous avez répondu NON à toutes les questions ci-dessus, vous êtes autorisé à l'activité physique.**
Aller à la page 4 de signer la déclaration du participant. Vous n'avez pas besoin de remplir les pages 2 et 3.

-  Commencez à être beaucoup plus actif physiquement - Commencez lentement et augmentez progressivement.
-  Suivez les directives d'activité physique canadiennes (www.csep.ca/guidelines).
-  Vous pouvez obtenir une évaluation de votre forme physique.
-  Contactez un professionnel de l'entraînement qualifié (par exemple un Entraîneur Personnel Certifié SCPE® (EPC-SCPE) ou un Physiologiste de l'exercice certifié SCPE® (PEC-SCPE)) pour obtenir des conseils afin de devenir plus actif physiquement.
-  Si vous êtes âgé de plus de 45 ans et pas habitué à une activité physique régulière vigoureuse, consulter un professionnel de l'entraînement qualifié (PEC-SCPE) avant de vous engager dans l'exercice d'effort maximal.

 **Si vous avez répondu OUI à une ou plusieurs des questions ci-dessus, COMPLÉTEZ LES PAGES 2 ET 3.**

 **Retardez une augmentation de votre niveau d'activité physique si:**

-  Vous ne vous sentez pas bien à cause d'un inconfort temporaire comme de la fièvre ou la grippe - attendez de vous sentir mieux
-  Vous êtes enceinte - parlez-en à votre professionnel de la santé, à votre médecin, à un professionnel de l'entraînement qualifié et / ou remplissez le eX-AAP+ sur le site Internet www.eparmedx.com avant de devenir beaucoup plus actif
-  Votre état de santé change - répondez aux questions sur les pages 2 et 3 du présent document et / ou de parler à votre médecin ou à un professionnel de l'entraînement qualifié (PEC-SCPE ou de la CPT-SCPE) avant de continuer avec un programme d'activité physique



Annexe 12 : Questionnaire Rivermead sur les symptômes du syndrome post-commotionnel (RPQ; Projet n° 4)

Questionnaire Rivermead sur les symptômes du syndrome post-commotionnel*

Après un traumatisme crânien ou un accident, certaines personnes présentent des symptômes qui peuvent occasionner des inquiétudes ou constituer des nuisances. Nous aimerions savoir si vous présentez actuellement l'un des symptômes ci-dessous. Étant donné que beaucoup de ces symptômes sont observés ordinairement, nous aimerions que vous compariez votre état actuel avec celui d'avant l'accident. Pour chacun d'eux, veuillez entourer le chiffre qui correspond le plus à votre réponse.

- 0 = Aucun problème
- 1 = Ne pose pas plus un problème qu'avant
- 2 = Pose un problème léger
- 3 = Pose un problème modéré
- 4 = Pose un problème grave

Par rapport à votre état d'avant l'accident, souffrez-vous maintenant (p. ex., au cours des dernières 24 heures) de ce qui suit :

Maux de tête	0	1	2	3	4
Sensations d'étourdissement	0	1	2	3	4
Nausées ou vomissements	0	1	2	3	4
Sensibilité au bruit, facilement perturbable par un bruit intense	0	1	2	3	4
Troubles du sommeil	0	1	2	3	4
Fatigue, plus facilement fatigable	0	1	2	3	4
Irritable, facilement en colère	0	1	2	3	4
Sentiment de dépression, pleurs	0	1	2	3	4
Sentiment de frustration ou d'impatience	0	1	2	3	4
Perte de mémoire, mauvaise mémoire	0	1	2	3	4
Mauvaise concentration	0	1	2	3	4
Pensée plus lente	0	1	2	3	4
Vision trouble	0	1	2	3	4
Sensibilité à la lumière, facilement perturbable par la lumière vive	0	1	2	3	4
Vision double	0	1	2	3	4
Agitation	0	1	2	3	4
Plus d'énergie	0	1	2	3	4

Éprouvez-vous toute autre difficulté?

Veuillez préciser, puis notez cette difficulté de la même manière que ci-dessus :

1. _____ 0 1 2 3 4
2. _____ 0 1 2 3 4

* King, N., Crawford, S., Wenden, F., Moss, N., et Wade, D. (1995) J. Neurology 242: 587-592

Annexe 13 : Échelle de kinésiophobie de Tampa (TSK; Projet n° 4)

Consignes : Veuillez lire attentivement chaque question et encrer le numéro qui correspond le mieux à vos sentiments.		Fortement en désaccord	Quelque peu en désaccord	Quelque peu en accord	Fortement en accord
1.	J'ai peur de me blesser si je fais de l'activité physique	1	2	3	4
2.	Ma douleur ne ferait qu'intensifier si j'essayais de la vaincre	1	2	3	4
3.	Mon corps me dit que quelque chose ne va vraiment pas	1	2	3	4
4.	Si je faisais de l'activité physique, ma douleur serait probablement soulagée *	1	2	3	4
5.	Les gens ne prennent pas mon état de santé assez au sérieux	1	2	3	4
6.	Mon accident a mis mon corps en danger pour le reste de mes jours	1	2	3	4
7.	La douleur signifie toujours que je me suis blessé(e)	1	2	3	4
8.	Même si quelque chose aggrave ma douleur, cela ne veut pas dire que c'est dangereux *	1	2	3	4
9.	J'ai peur de me blesser accidentellement	1	2	3	4
10.	La meilleure façon d'empêcher que ma douleur s'aggrave est de m'assurer de ne pas faire des mouvements inutiles	1	2	3	4
11.	Je n'aurais pas tant de douleurs s'il ne se passait pas quelque chose de grave dans mon corps	1	2	3	4
12.	Bien que ma condition soit pénible, je serais mieux si j'étais physiquement actif(ve) *	1	2	3	4
13.	La douleur m'indique quand arrêter de faire des activités physiques pour que je ne me blesse pas	1	2	3	4
14.	Il n'est pas prudent qu'une personne avec un état de santé comme le mien soit physiquement active	1	2	3	4
15.	Je ne peux pas faire tout ce qu'une personne normale peut faire parce que j'ai plus de risques de me blesser	1	2	3	4
16.	Bien qu'il y ait quelque chose qui me cause beaucoup de douleurs, je ne pense pas que ce soit vraiment grave *	1	2	3	4
17.	Personne ne devrait être obligé de faire des exercices lorsqu'il(elle) ressent de la douleur	1	2	3	4

Annexe 14 : Le questionnaire d'anxiété et de dépression en milieu hospitalier

(HADS; Projet n° 4)

Le questionnaire HADS (de l'anglais *Hospital Anxiety and Depression Scale*)

Dans la série de questions ci-dessous, cochez la réponse qui exprime le mieux ce que vous avez éprouvé au cours de la semaine qui vient de s'écouler. Ne vous attardez pas sur la réponse à faire : votre réaction immédiate à chaque question fournira probablement une meilleure indication de ce que vous éprouvez, qu'une réponse longuement méditée.

Score	Anxiété	Score	Dépression
3 2 1 0	Je me sens tendu ou énervé : <input type="checkbox"/> la plupart du temps <input type="checkbox"/> souvent <input type="checkbox"/> de temps en temps <input type="checkbox"/> jamais	0 1 2 3	Je prends plaisir aux mêmes choses qu'autrefois <input type="checkbox"/> oui, tout autant <input type="checkbox"/> pas autant <input type="checkbox"/> un peu seulement <input type="checkbox"/> presque plus
3 2 1 0	J'ai une sensation de peur comme si quelque chose d'horrible allait m'arriver <input type="checkbox"/> oui, très nettement <input type="checkbox"/> oui, mais ce n'est pas grave <input type="checkbox"/> un peu, mais cela ne m'inquiète pas <input type="checkbox"/> pas du tout	0 1 2 3	Je ris facilement et vois le bon côté des choses <input type="checkbox"/> autant que par le passé <input type="checkbox"/> plus autant qu'avant <input type="checkbox"/> vraiment moins qu'avant <input type="checkbox"/> plus du tout
3 2 1 0	Je me fais du souci : <input type="checkbox"/> très souvent <input type="checkbox"/> assez souvent <input type="checkbox"/> occasionnellement <input type="checkbox"/> très occasionnellement	3 2 1 0	Je suis de bonne humeur : <input type="checkbox"/> jamais <input type="checkbox"/> rarement <input type="checkbox"/> assez souvent <input type="checkbox"/> la plupart du temps
0 1 2 3	Je peux rester tranquillement assis à ne rien faire et me sentir décontracté : <input type="checkbox"/> oui, quoi qu'il arrive <input type="checkbox"/> oui, en général <input type="checkbox"/> rarement <input type="checkbox"/> jamais	3 2 1 0	J'ai l'impression de fonctionner au ralenti : <input type="checkbox"/> presque toujours <input type="checkbox"/> très souvent <input type="checkbox"/> parfois <input type="checkbox"/> jamais
0 1 2 3	J'éprouve des sensations de peur et j'ai l'estomac noué : <input type="checkbox"/> jamais <input type="checkbox"/> parfois <input type="checkbox"/> assez souvent <input type="checkbox"/> très souvent	3 2 1 0	Je ne m'intéresse plus à mon apparence : <input type="checkbox"/> plus du tout <input type="checkbox"/> je n'y accorde pas autant d'attention que je le devrais <input type="checkbox"/> il se peut que je n'y fasse plus autant attention <input type="checkbox"/> j'y prête autant d'attention que par le passé
3 2 1 0	J'ai la bougeotte et n'arrive pas à tenir en place : <input type="checkbox"/> oui, c'est tout à fait le cas <input type="checkbox"/> un peu <input type="checkbox"/> pas tellement <input type="checkbox"/> pas du tout	0 1 2 3	Je me réjouis d'avance à l'idée de faire certaines choses : <input type="checkbox"/> autant qu'auparavant <input type="checkbox"/> un peu moins qu'avant <input type="checkbox"/> bien moins qu'avant <input type="checkbox"/> presque jamais
3 2 1 0	J'éprouve des sensations soudaines de panique : <input type="checkbox"/> vraiment très souvent <input type="checkbox"/> assez souvent <input type="checkbox"/> pas très souvent <input type="checkbox"/> jamais	0 1 2 3	Je peux prendre plaisir à un bon livre ou à une bonne émission radio ou de télévision : <input type="checkbox"/> souvent <input type="checkbox"/> parfois <input type="checkbox"/> rarement <input type="checkbox"/> très rarement
	↔ Total du score pour l'anxiété		↔ Total du score pour la dépression

Chaque réponse correspond à un chiffre. En additionnant ces chiffres, on obtient un score total par colonne (anxiété et dépression). Si le score d'une colonne est supérieur ou égal à 11, cela signifie que vous souffrez d'anxiété ou de dépression (selon la colonne concernée).

Annexe 15 : Échelle de qualité de vie après un traumatisme craniocérébral

(QOLIBRI; Projet n° 4)

Dans la première partie de ce questionnaire, nous aimerions connaître votre **niveau de satisfaction** dans différents aspects de votre vie depuis votre traumatisme crânien. Pour chaque question, choisissez la réponse qui correspond le mieux à ce que vous ressentez à l'heure actuelle (y compris au cours de la semaine passée) en inscrivant "X" dans la case. Si vous rencontrez des difficultés à remplir le questionnaire, veuillez demander de l'aide.

PARTIE 1

A. Ces questions concernent le fonctionnement de votre pensée à l'heure actuelle (y compris au cours de la semaine passée).

	Pas du tout	Peu	Moyennement	Plutôt	Très
1. Êtes-vous satisfait(e) de votre capacité à vous concentrer, par exemple en lisant ou pour suivre le fil d'une conversation?					
2. Êtes-vous satisfait(e) de votre capacité à vous exprimer et à comprendre les autres, lors d'une conversation?					
3. Êtes-vous satisfait(e) de votre capacité à vous rappeler les questions de tous les jours, par exemple les endroits où vous avez mis vos affaires?					
4. Êtes-vous satisfait(e) de votre capacité à trouver des solutions aux problèmes pratiques du quotidien, par exemple ce que vous devez faire si vous perdez vos clés?					
5. Êtes-vous satisfait(e) de votre capacité à prendre des décisions?					
6. Êtes-vous satisfait(e) de votre capacité à vous orienter, pour trouver votre chemin?					
7. Êtes-vous satisfait(e) de la rapidité de votre pensée?					

B. Ces questions concernent vos émotions et la manière dont vous vous percevez à l'heure actuelle (y compris au cours de la semaine passée).

	Pas du tout	Peu	Moyennement	Plutôt	Très
1. Êtes-vous satisfait(e) de votre niveau d'énergie?					
2. Êtes-vous satisfait(e) de votre niveau de motivation à faire les choses?					
3. Êtes-vous satisfait(e) de l'estime que vous avez de vous-même, de votre valeur à vos yeux?					
4. Êtes-vous satisfait(e) de votre apparence extérieure?					
5. Êtes-vous satisfait(e) de ce que vous avez réalisé ou accompli depuis votre traumatisme crânien?					
6. Êtes-vous satisfait(e) de la façon dont vous vous percevez vous-même?					
7. Êtes-vous satisfait(e) de la façon dont vous voyez votre avenir?					

C. Ces questions concernent votre indépendance et votre fonctionnement dans la vie quotidienne à l'heure actuelle (y compris au cours de la semaine passée).

	Pas du tout	Peu	Moyennement	Plutôt	Très
1. Êtes-vous satisfait(e) de votre niveau d'indépendance par rapport aux autres?					
2. Êtes-vous satisfait(e) de votre capacité à vous déplacer à l'extérieur?					
3. Êtes-vous satisfait(e) de votre capacité à réaliser les tâches domestiques, par exemple cuisiner ou faire des réparations?					
4. Êtes-vous satisfait(e) de votre capacité à gérer votre budget personnel?					
5. Êtes-vous satisfait(e) de votre participation au travail ou en formation (scolarité)?					
6. Êtes-vous satisfait(e) de votre capacité à participer à des activités de loisirs, par exemple sports, hobby, fêtes?					
7. Êtes-vous satisfait(e) de la manière dont vous prenez en charge votre propre vie?					

D. Ces questions concernent vos relations sociales à l'heure actuelle (y compris au cours de la semaine passée).

Pas du tout
Peu
Moyennement
Plutôt
Très

1. Êtes-vous satisfait(e) de votre capacité à éprouver de l'affection envers les autres, par exemple votre partenaire, famille, amis?					
2. Êtes-vous satisfait(e) de vos relations avec les membres de votre famille?					
3. Êtes-vous satisfait(e) de vos relations avec vos amis?					
4. Êtes-vous satisfait(e) de la relation que vous avez avec votre partenaire ou du fait de ne pas avoir un partenaire?					
5. Êtes-vous satisfait(e) de votre vie sexuelle?					
6. Êtes-vous satisfait(e) de l'attitude et du regard des autres envers vous?					

PARTIE 2

Dans la seconde partie de ce questionnaire, nous aimerions connaître le **degré de la gêne** que vous ressentez face à différents problèmes. Pour chaque question, choisissez la réponse qui correspond le mieux à ce que vous ressentez à l'heure actuelle (y compris au cours de la semaine passée) en inscrivant "X" dans la case. Si vous rencontrez des difficultés à remplir le questionnaire, veuillez demander de l'aide.

E. Ces questions concernent la gêne que vous éprouvez par rapport à vos sentiments à l'heure actuelle (y compris au cours de la semaine passée).

Pas du tout
Peu
Moyennement
Plutôt
Très

1. Êtes-vous gêné(e) par un sentiment de solitude, même lorsque vous vous trouvez en présence d'autres personnes?					
2. Êtes-vous gêné(e) par un sentiment d'ennui?					
3. Êtes-vous gêné(e) par un sentiment d'anxiété?					
4. Êtes-vous gêné(e) par un sentiment de tristesse ou de dépression?					
5. Êtes-vous gêné(e) par un sentiment de colère ou d'agressivité?					

F. Ces questions concernent la gêne que vous éprouvez par rapport à votre condition physique à l'heure actuelle (y compris au cours de la semaine passée).

Pas du tout
Peu
Moyennement
Plutôt
Très

1. Êtes-vous gêné(e) par la lenteur et/ou la maladresse de vos mouvements?					
2. Êtes-vous gêné(e) en dehors du traumatisme crânien par les suites d'autres blessures, que vous avez subies au moment de l'accident?					
3. Êtes-vous gêné(e) par la douleur, y compris les maux de tête?					
4. Êtes-vous gêné(e) par des difficultés à voir ou entendre?					
5. Globalement, êtes-vous gêné(e) par les suites de votre traumatisme crânien?					

Annexe 16 : Index de qualité du sommeil de Pittsburgh (PSQI; Projet n° 4)

<p>Index de Qualité du Sommeil de Pittsburgh (PSQI)</p>
--

Test effectué le :/...../..... (Jour/mois/année)

Les questions suivantes ont trait à vos habitudes de sommeil pendant le dernier mois seulement. Vos réponses doivent indiquer ce qui correspond aux expériences que vous avez eues pendant la majorité des jours et des nuits au cours du dernier mois. Répondez à toutes les questions.

1/ Au cours du mois dernier, quand êtes-vous habituellement allé vous coucher le soir ?

➤ Heure habituelle du coucher :

2/ Au cours du mois dernier, combien vous a-t-il habituellement fallu de temps (en minutes) pour vous endormir chaque soir ?

➤ Nombre de minutes :

3/ Au cours du mois dernier, quand vous êtes-vous habituellement levé le matin ?

➤ Heure habituelle du lever :

4/ Au cours du mois dernier, combien d'heures de sommeil effectif avez-vous eu chaque nuit ?

(Ce nombre peut être différent du nombre d'heures que vous avez passé au lit)

➤ Heures de sommeil par nuit :

Pour chacune des questions suivantes, indiquez la meilleure réponse. Répondez à toutes les questions.

5/ Au cours du mois dernier, avec quelle fréquence avez-vous eu des troubles du sommeil car ...

	Pas au cours du dernier mois	Moins d'une fois par semaine	Une ou deux fois par semaine	Trois ou quatre fois par semaine
a) vous n'avez pas pu vous endormir en moins de 30 mn				
b) vous vous êtes réveillé au milieu de la nuit ou précocement le matin				
c) vous avez dû vous lever pour aller aux toilettes				
d) vous n'avez pas pu respirer correctement				
e) vous avez toussé ou				

ronflé bruyamment				
f) vous avez eu trop froid				
g) vous avez eu trop chaud				
h) vous avez eu de mauvais rêves				
i) vous avez eu des douleurs				
j) pour d'autre(s) raison(s). Donnez une description :				
Indiquez la fréquence des troubles du sommeil pour ces raisons	Pas au cours du dernier mois	Moins d'une fois par semaine	Une ou deux fois par semaine	Trois ou quatre fois par semaine

6/ Au cours du mois dernier, comment évalueriez-vous globalement la qualité de votre sommeil ?

- Très bonne Assez bonne Assez mauvaise Très mauvaise

7/ Au cours du mois dernier, combien de fois avez-vous pris des médicaments (prescrits par votre médecin ou achetés sans ordonnance) pour faciliter votre sommeil ?

- Pas au cours du dernier mois Moins d'une fois par semaine Une ou deux fois par semaine Trois ou quatre fois par semaine

8/ Au cours du mois dernier, combien de fois avez-vous eu des difficultés à demeurer éveillé(e) pendant que vous conduisiez, preniez vos repas, étiez occupé(e) dans une activité sociale ?

- Pas au cours du dernier mois Moins d'une fois par semaine Une ou deux fois par semaine Trois ou quatre fois par semaine

9/ Au cours du mois dernier, à quel degré cela a-t-il représenté un problème pour vous d'avoir assez d'enthousiasme pour faire ce que vous aviez à faire ?

- Pas du tout un problème Seulement un tout petit problème Un certain problème Un très gros problème

10/ Avez-vous un conjoint ou un camarade de chambre ?

- Ni l'un, ni l'autre.
 Oui, mais dans une chambre différente.
 Oui, dans la même chambre mais pas dans le même lit.
 Oui, dans le même lit.

11/ Si vous avez un camarade de chambre ou un conjoint, demandez-lui combien de fois le mois dernier vous avez présenté :

	Pas au cours	Moins d'une	Une ou deux	Trois ou quatre
--	--------------	-------------	-------------	-----------------

	du dernier mois	fois par semaine	fois par semaine	fois par semaine
a) un ronflement fort				
b) de longues pauses respiratoires pendant votre sommeil				
c) des saccades ou des secousses des jambes pendant que vous dormiez				
d) des épisodes de désorientation ou de confusion pendant le sommeil				
e) d'autres motifs d'agitation pendant le sommeil				

Score global au PSQI :

Annexe 17 : Inventaire multidimensionnel de la fatigue (IMF; Projet n° 4)

NOM : _____ **DATE :** _____

Au moyen des énoncés suivants, nous aimerions comprendre comment vous vous sentiez récemment.
Voici un exemple d'énoncé : **Je me sens reposé(e)**.
Si vous pensez que cet énoncé est entièrement vrai, c'est-à-dire que vous êtes tout à fait d'accord avec celui-ci, encerclez le chiffre 5 à droite de l'énoncé, comme ceci : **Je me sens reposé(e)**. 1 2 3 4 5

Répondez à toutes les questions en encerclant le chiffre approprié selon l'échelle suivante :

<< PAS DU TOUT D'ACCORD 3 TOUT À FAIT D'ACCORD >>

1 2 3 4 5

	VOTRE RÉPONSE					POUR LA CORRECTION*				
	1	2	3	4	5	GEN	PHY	MEN	ACT	MOT
1. Je me sens en forme.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	G-rép				
2. Physiquement, je n'ai pas la force de faire grand-chose.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
3. Je me sens très actif.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>				G-rép	
4. J'ai envie de faire plein de choses agréables.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					G-rép
5. Je me sens fatigué(e).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					G-rép
6. Je crois que j'en fais beaucoup dans une journée.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>				G-rép	
7. Je suis capable de me concentrer sur ce que j'entreprends.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			G-rép		
8. J'ai une bonne résistance physique.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		G-rép			
9. Je suis stressé(e) à l'idée d'avoir quelque chose à faire.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
10. Je crois que je fais très peu dans une journée.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
11. J'arrive facilement à me concentrer.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			G-rép		
12. Je me sens reposé(e).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	G-rép				
13. Il me faut beaucoup d'efforts pour me concentrer.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
14. Physiquement, je me sens en mauvaise condition.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
15. J'ai beaucoup de projets.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					G-rép
16. Je me fatigue facilement.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
17. Je n'achève que très peu de choses.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
18. J'ai envie de ne rien faire.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
19. Je me laisse facilement distraire.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
20. Physiquement, je me sens en excellente forme.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		G-rép			
	TOTAUX									

*Retranscrire les réponses encadrées dans les cases vides. Pour les items 1, 3, 4, 6, 7, 8, 11, 12, 15 et 20 (case de correction identifiée « G-rép »), il faut inverser le score: calculer « 6 - réponse encadrée », et inscrire le résultat dans la case. En bas de page, calculer les totaux des cinq sous-échelles en additionnant les chiffres inscrits dans les cases de correction.

Annexe 18 : Inventaire multidimensionnel de la fatigue (Projet n° 4)

Questionnaire d'acceptabilité

S.V.P., veuillez indiquer votre niveau d'accord avec chacun des énoncés suivants :

	Entièrement en désaccord	En désaccord	Ni en accord ou en désaccord	En accord	Entièrement en accord
Intervention					
1. Globalement, l'intervention progressive à la marche en télésanté est satisfaisante.					
2. La durée de l'intervention progressive à la marche est adéquate.					
3. La durée des séances avec l'évaluateur est adéquate.					
4. La progression du nombre de pas de marche par semaine est adéquate.					
5. L'intervention progressive à la marche est sécuritaire.					
6. Le soutien technique reçu par l'évaluateur durant l'intervention progressive à la marche est adéquat.					
7. Le soutien motivationnel reçu par l'évaluateur durant l'intervention progressive à la marche est adéquat.					
Télésanté					
8. Il est facile de se connecter aux séances avec l'évaluateur sur la plateforme Zoom.					
9. La qualité audio et vidéo pendant les rencontres avec l'évaluateur est adéquate.					
10. La connexion internet pendant les rencontres avec l'évaluateur est adéquate.					
Équipement					
11. Le moniteur d'activité physique (la montre FitBit) est simple d'utilisation.					
12. Le moniteur d'activité physique est fiable pour l'enregistrement des données (nombre de pas).					
Effet de l'intervention					
13. J'ai augmenté mon niveau d'activité physique à l'aide de cette intervention progressive à la marche.					

14. J'ai atteint mes objectifs de marche durant l'intervention.					
15. Cette intervention m'a apporté des effets négatifs.					
16. Cette intervention m'a apporté des bienfaits.					
Acceptabilité					
17. Je recommanderais cette intervention à un autre adulte ayant des symptômes persistants d'un TCCL.					

Annexe 19 : Guide d'entretien (Projet n° 4)

Intervention progressive à la marche en télésanté pour les adultes ayant des symptômes persistants d'un TCCL

Objectif de l'entrevue semi-dirigée :

Le but de l'entrevue semi-dirigée est d'explorer les perspectives des participants concernant la faisabilité, l'acceptabilité, la sécurité, les impacts perçus sur la santé ainsi que les pistes d'amélioration pour cette intervention.

Questions :

Comment avez-vous trouvé votre expérience en tant que participant à l'intervention progressive à la marche ?

Sonder avec : *la clarté des instructions, la durée et fréquence des rencontres, durée de l'intervention, journal de bord, relation avec l'évaluateur, la sécurité.*

Comment avez-vous trouvé l'utilisation des technologies durant l'intervention progressive à la marche :

Sonder avec : *plateforme Zoom, connexion internet, qualité de l'image, moniteur d'activité physique (fonctionnalité, etc.), validité des informations recueillies, recharge de la montre.*

Comment pensez-vous que cette intervention progressive à la marche pourrait être améliorée ?

Sonder avec : *la clarté des instructions, la durée et la fréquence des rencontres, durée de l'intervention, journal de bord, techniques motivationnelles, relation avec l'évaluateur, la sécurité, les obstacles/facilitateurs les plus significatifs.*

Avez-vous perçu des impacts sur votre santé pendant ou la suite de votre participation à l'intervention progressive à la marche ?

Sonder avec : *Au niveau physique, cognitif, émotionnel ou en lien avec le sommeil, changements négatifs, changements positifs, qualité de vie, niveau d'activité physique, activités au quotidien*

Comment avez-vous trouvé votre expérience en tant que participant à cette recherche :

Sonder avec : *Complexité du processus de recherche, difficulté des questionnaires, durée des collectes de données, pertinence des informations collectées.*

Commentaires de l'intervieweur (validité des propos, impression, temps d'entrevues)

--