Université de Sherbrooke

Les rôles de la participation sportive durant l'adolescence et de l'activité physique comme stratégie d'adaptation sur la santé mentale positive du jeune adulte émergent pendant la pandémie de COVID-19

Par
Jean-François Clément
Programmes de Recherche en Sciences de la Santé (PRSS)

Mémoire présenté à la Faculté de médecine et des sciences de la santé
en vue de l'obtention du grade de maitre ès sciences (M. Sc.)
en Recherche en Sciences de la Santé de l'Université de Sherbrooke

Sherbrooke, Québec, Canada
Avril, 2024

Membres du jury d'évaluation
Mathieu Bélanger, PhD, directeur, Département de Médecine Familiale et d'Urgence, Université de Sherbrooke
Catherine Hudon, MD-PhD, co-directrice, Département de Médecine Familiale et d'Urgence, Université de Sherbrooke
Frédéric Dallaire, MD, examinateur interne, Département de Pédiatrie, Université de Sherbrooke
Patrick Gaudreau, PhD, examinateur externe, Département de Psychologie, Université de Ottawa

© Jean-François Clément, 2024

SOMMAIRE

Les rôles de la participation sportive durant l'adolescence et de l'activité physique comme stratégie d'adaptation sur la santé mentale positive du jeune adulte émergent pendant la pandémie de COVID-19

par
Jean-François Clément
Programmes de Recherche en Sciences de la Santé (PRSS)

Mémoire présenté à la Faculté de médecine et des sciences de la santé en vue de l'obtention du diplôme de maitre ès sciences (M. Sc.) en Recherche en Sciences de la Santé, Faculté de médecine et des sciences de la santé, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec, Canada, J1H 5N4

Problématique. La période du jeune adulte émergent (18-29 ans) est une étape de vie caractérisée par la présence de plusieurs défis au niveau émotionnel et mental. Des études ont déjà démontré que la participation aux sports d'équipe durant l'adolescence était associée à une meilleure santé mentale à l'âge adulte. Ce mémoire a pour but de déterminer si cette participation aux sports d'équipe est un facteur prédicteur positif de la santé mentale positive du jeune adulte émergent confronté à la pandémie, ainsi que de déterminer si cette association est médiée par l'utilisation de l'activité physique (AP) en tant que stratégie d'adaptation pour contrer le stress relié à cette période. En tant qu'objectif secondaire, nous voulons également décrire la fréquence et l'utilité perçue de l'AP comme stratégie d'adaptation durant la première année de pandémie de COVID-19.

Méthodes. De 2011 à 2018, les participants de l'étude longitudinale MATCH ont rapporté leur implication dans les sports d'équipe durant l'adolescence via des questionnaires distribués tous les 4 mois (cycle 1 à 24; 3 cycles par année). Vers l'âge de 20 ans (cycle 25) et en plein contexte pandémique, ils ont ensuite rapporté leur niveau de santé mentale positive et leurs stratégies afin de s'adapter au stress. Des analyses de médiation ont ensuite été utilisées afin de mesurer l'effet naturel direct du nombre d'année de participation aux sports d'équipe durant l'adolescence sur la santé mentale positive des jeunes adultes confrontés à la pandémie. L'effet naturel indirect (NIE) à travers l'utilisation de l'AP comme stratégie d'adaptation a également été mesuré.

Résultats. Les données de 454 participants (66.3% féminin; âge moyen de 20 ans) ont été utilisées. L'AP était la stratégie d'adaptation la plus utilisée chez les jeunes adultes (51.5%). Un nombre plus élevé d'années de participation aux sports d'équipe durant l'adolescence était associé à de meilleures chances d'utiliser l'AP comme stratégie d'adaptation à l'âge adulte (OR [95% CI] = 1.014 [1.007; 1.020]) et avec un niveau plus élevé de santé mentale positive (β [95% CI] = 0.059 [0.016; 0.102]). L'effet naturel indirect suggère que l'utilisation de l'AP comme stratégie d'adaptation explique partiellement l'association entre la participation aux sports d'équipe durant l'adolescence et la santé mentale positive du jeune adulte émergent (NIE [95% CI] = 0.046 [0.004;0.088]).

Conclusion. Une plus grande participation aux sports d'équipe durant l'adolescence est associée à une meilleure santé mentale positive à l'âge adulte et cette association peut en partie s'expliquer par l'utilisation de l'AP comme stratégie d'adaptation du jeune adulte émergent afin de contrer le stress relié au contexte pandémique.

Mots clés : activité physique, santé mentale positive, stratégie d'adaptation, COVID-19

SUMMARY

The roles of sport participation during adolescence and physical activity as a coping strategy on mental health among emerging adults during the COVID-19 pandemic

by
Jean-Francois Clément
Health sciences Program

A thesis presented to the Faculty of Medicine and Health Sciences in partial fulfillment of the requirements of the degree of Master of Science in Health sciences, Faculty of Medicine and Health Sciences, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec, Canada, J1H 5N4

Background. Emerging adulthood (ages between 18-29) is a stage of life characterized by high rates of mental and emotional challenges. Previous studies have shown an association between adolescent team sport participation and adult mental health. This thesis aims to determine if team sport participation is a positive predictor of positive mental health in emerging adults and to determine whether this relationship is mediated by the use of physical activity (PA) as a coping strategy during a stressful period (e.g., first year of the COVID-19 pandemic). We also describe the frequency and perceived usefulness of using PA as a coping strategy during the first year of the COVID-19 pandemic among emerging adults.

Methods. Participants from the MATCH study self-reported their involvement in team sports during adolescence (2011-2018) via questionnaires every 4 months (cycles 1 to 24; up to 3 cycles per year). At age 20 (cycle 25), and in the context of the COVID-19 pandemic, they reported their level of positive mental health and strategies they use to cope with pandemic-related stress. We used mediation analyses to estimate the natural direct effect of number of years of team sport participation during adolescence on emerging adults' positive mental health, and the natural indirect effect (NIE) through the use of PA as a coping strategy.

Results. We used data from 454 participants (66.3% female, average 20 years). Participants reported PA as the most common coping strategy (51.5%). We found a positive association between both years of team sport participation during adolescence and the odds of reporting PA as a coping strategy (OR [95% CI] = 1.014 [1.007; 1.020]) and positive mental health in emerging adulthood (β [95% CI] = 0.059 [0.016; 0.102]). Findings suggest that the use of PA as a coping strategy partially explains the association between team sport participation in adolescence and mental health in emerging adulthood (NIE [95% CI] = 0.046 [0.004;0.088]).

Conclusion. More team sports participation during adolescence is associated with better mental health during emerging adulthood. This association may operate through the use of PA to cope with stress during the COVID-19 pandemic.

Keywords: team sport participation, COVID-19 pandemic, coping strategies, physical activity, positive mental health

TABLE DES MATIÈRES

1-INTRODUCTION 1
1.1 L'activité physique (AP) et son impact sur la santé physique 1
1.1.1 AP : recommandations et définitions 1
1.1.2 AP et santé cardiovasculaire (CV) 2
1.1.2.1 Effets pathophysiologiques de l'AP 2
1.1.2.2 AP et Db type II 3
1.1.2.3 AP et Syndrome métabolique 4
1.1.2.4 AP et Obésité 4
1.1.2.5 AP et profil lipidique 5
1.1.2.6 AP et hypertension essentielle (HTA) 5
1.1.3 AP et fonction pulmonaire 6
1.1.4 AP et fonction hépatique 6
1.1.5 AP et réponse inflammatoire systémique 7
1.1.6 AP et fonction cérébrale 8
1.1.7 Effets de l'AP sur la santé physique : conclusions et réflexions 9
1.2 AP et son impact sur la santé mentale 9
1.2.1 AP et dépression 9
1.2.2 AP et troubles anxieux 10
1.2.3 AP et troubles psychotiques (troubles bipolaires et schizophrénie) 12
1.2.4 Impacts de l'AP sur la santé mentale : conclusions et réflexions 12
1.3 La santé mentale positive 13
1.3.1 Le concept de santé mentale positive 13
1.3.2 L'AP et la santé mentale positive 15
1.3.3 La santé mentale positive : conclusions et réflexions 15
1.4 Impact de la pandémie COVID-19 16
1.4.1 Pandémie COVID-19 et santé mentale 16
1.4.1.1 Stratégies d'adaptation et contexte pandémique 17
1.4.1.2 AP comme stratégie d'adaptation durant la pandémie 17
1.4.2 Pandémie et AP 18
1.4.3 Impacts de la pandémie : conclusions et réflexions 19
2-RECENSION DES ÉCRITS 20

2.1 Stratégie de recherche pour la recension des écrits 20

2.2 Association longitudinale entre l'AP à l'adolescence et la santé mentale du jeune adulte 21

2.3 Recension des écrits : conclusions et réflexions 24

3-OBJECTIFS ET HYPOTHÈSES..... 26

4-MÉTHODOLOGIE ET RÉSULTATS 27

Article 1.....27

5-DISCUSSION 51

5.1 L'importance d'étudier la santé mentale du jeune adulte émergent (*emerging adulthood*) 51

5.2 Retour sur les objectifs de cette étude sur la santé mentale des jeunes adultes émergents 52

5.2.1 La participation aux sports d'équipe à l'adolescence : un facteur prédicteur de la santé mentale du jeune adulte émergent ?..... 52

5.2.2 La participation aux sports d'équipe à l'adolescence et la santé mentale du jeune adulte émergent : un effet médié par l'AP comme stratégie d'adaptation ? 53

5.2.3 Utilisation de l'AP comme stratégie d'adaptation pendant la pandémie : fréquence et utilité. 54

5.3 Notions et concepts possibles afin d'expliquer plus précisément la nature de cette association longitudinale entre les sports d'équipe à l'adolescence et la santé mentale à l'âge adulte via l'utilisation de l'AP comme stratégie d'adaptation 54

5.3.1 Sports d'équipe vs sports individuels..... 54

5.3.2 Auto-régulation, auto-efficacité et attitudes motivationnelles: un rôle à jouer pour l'intégration de l'AP en tant que saine habitude de vie ? 56

5.3.3 La relation entre l'AP et l'adaptation face au stress 58

5.3.4 Bémol sur la participation sportive de haut niveau et la santé mentale 59

5.4 Forces et limites de l'étude 60

6-CONCLUSION 62

7-LISTE DES RÉFÉRENCES 64

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 Caractéristiques des différents articles issus de la recension des écrits entre 2012 et 2022 21

Tableau 2 Catégorisation des articles selon l'exposition et l'issue mesurées dans les études longitudinales de la recension des écrits 25

Tableau 3 Résumé des conclusions issues du présent projet de maîtrise et classées en fonction de leur statut au niveau de la littérature (confirmation de la littérature vs apport nouveau dans la littérature) 52

Tableau 4 Résumé des forces et limites de l'étude 61

Tableaux de l'article 1

Table S1. *Full comprehensive list of coping strategies used during the COVID-19 pandemic for the MATCH study* 36

Table 1. *Characteristics of participants retained for analysis (n = 454) from the MATCH study* 41

Table 2. *Top three coping strategies and their perceived usefulness during the first year of the COVID-19 pandemic according to gender (MATCH study; n=454; 2020-21* 43

LISTE DES FIGURES

Figure 1 Les différentes conceptions de la santé mentale 14

Figures de l'article 1

Figure S1. *A) Complete Directed Acyclic Graph (DAG) of the hypothesized associations using DAGitty Software and (B) the codification associated to the causal diagram* 37

Figure S2. *Simplified DAG of the hypothesized associations* 40

Figure 1. *Coping strategies used during the first year of the COVID-19 pandemic according to the relative frequency they were identified as a top three strategy (size of bubble) and how frequent they were rated as helpful (color of bubble) among participants of the MATCH study (n=454)* 42

Figure 2. *A) Odds ratios (OR) and linear regression coefficients (β) with 95% confidence interval from three distinct regression models testing three hypothesized associations and B) Mediation analysis estimating the total (TE), direct (NDE) and indirect effects (NIE) of years of team sport participation during adolescence and physical activity as a coping strategy on positive mental health among emerging adults in the MATCH study* 45

LISTE DES ABRÉVIATIONS

AHEAD	*Action for Health in Diabetes*
AP	Activité physique/*Physical activity*
APMV	Activité physique modérée à vigoureuse/*Moderate-to-vigourous physical activity*
CCHS	*Canadian Community Health Survey*
CES-D	*Center for Epidemiologic Studies Depression Scale*
CIDI-SF	*World Health Organization's Composite International Diagnostic Interview-Short Form*
CV	Cardiovasculaire/*Cardiovascular*
CONNOR-MHI	*Connor Mental Health Index*
COVID-19	Maladie à Coronavirus-19/*Corona Virus Infectious Disease-19*
Db type II	Diabète de type II/*Type II Diabetes*
DASS-21	*Depression Anxiety Stress Scale-Short Form*
HbA1c	Hémoglobine glyquée/*glycated heamoglobin*
HDL	Lipoprotéines de haute densité/*high-density lipoproteins*
HR	*Hazard ratio*
HUNT	*The Nord-Trondelag Health Survey*
HTA	Hypertension essentielle/*essential hypertension*
ICD-10	*International Classification of Diseases 10th Revision*
IMC	Indice de masse corporelle/*body mass index*
LDL	Lipoprotéines de faible densité/*low-density lipoproteins*
MATCH	*Monitoring Activities of Teenagers to Comprehend their Habits*
MDI	*Major Depressive Inventory*
MPOC	Maladie pulmonaire obstructive chronique/*Chronic obstructive pulmonary disease*
NASH	Stéatose hépatique non-alcoolique/*Non-alcoolique steatohepatitis*
NDIT	*The Nicotine Dependance in Teens Study*
NPHS	*The National Physician Health Survey*
OR	*Odds ratio*
OMS	Organisation Mondiale de la Santé/*World Health Organization*
PAHCO	*Physical activity-related health competence*
SF-12	*12-Item Short Form Survey*
SRAS	Syndrome respiratoire aigu sévère
TA	Tension artérielle/*arterial pressure*
TAD	Tension artérielle diastolique/*diastolic arterial pressure*
TAS	Tension artérielle systolique/*systolic arterial pressure*

REMERCIEMENTS

J'aimerais premièrement prendre le temps de remercier mon directeur, Mathieu Belanger, et ma co-directrice, Catherine Hudon, pour leur guidance tout au long de cette aventure. Merci de votre patience et de votre généreuse transmission des connaissances. Cette maitrise est importante pour les étapes subséquentes de ma carrière professorale à l'Université de Sherbrooke et l'importance d'être bien accompagné se doit d'être soulignée. Je souligne également l'apport des membres du laboratoire IMPACTS. Merci pour toutes les belles discussions scientifiques que nous avons eues. Un merci également au directeur du département de médecine familiale et d'urgence, Dr Éric Lachance, pour son appui dans cette démarche. Un remerciement spécial à toute l'équipe du GMF-U Richelieu-Yamaska pour leur compréhension et leur soutien pendant cette période de transition.

1-INTRODUCTION

1.1 L'activité physique (AP) et son impact sur la santé physique

1.1.1 AP : recommandations et définitions

Il est bien connu que l'AP est essentielle afin d'améliorer ou de maintenir nos capacités physiques (Bird, Karageorghis, & Hamer, 2021; Vancini et al., 2021; Warburton, Nicol, & Bredin, 2006). Faire de l'AP avec une certaine intensité permet notamment d'améliorer la fonction cardiorespiratoire (Ross, de Lannoy, & Stotz, 2015) et de réduire les risques de mortalité et morbidité (Lee & Paffenbarger, 2000; Wen et al., 2011). L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) recommande que les enfants et adolescents fassent au moins 60 minutes d'AP d'intensité modérée à vigoureuse (APMV) par jour, alors que pour les adultes, elle encourage de faire au moins 150-300 minutes de APMV ou 75-150 minutes d'AP d'intensité vigoureuse par semaine (Bull et al., 2020).

L'AP se définit comme « tout mouvement corporel produit par le système musculosquelettique causant une dépense énergétique » (Caspersen, Powell, & Christenson, 1985), alors que l'exercice se caractérise par « une AP qui est planifiée, structurée et répétitive » ayant pour but de maintenir ou d'améliorer la forme physique (Caspersen et al., 1985). L'AP peut être catégorisée selon certains domaines, tels que l'AP reliée au temps de loisir (*leisure time physical activity*), l'AP en lien avec les déplacements (*commuting physical activity*) et l'AP en lien avec le travail (*occupational physical activity*) (Appelqvist-Schmidlechner et al., 2020; Strath et al., 2013). Ces domaines diffèrent par la fréquence, la durée, l'intensité et la nature de l'AP. L'AP en lien avec les déplacements se caractérise habituellement par l'activité aérobique modérée générée par la marche ou le vélo dans un contexte de déplacement pour le travail ou les études. Celle reliée au temps de loisir a lieu dans un contexte plus discrétionnaire et est choisie par l'individu en fonction de ses besoins et ses intérêts. L'AP en lien avec le travail représente l'activité générée durant les heures de travail et inclut la position stationnaire, la marche, le soulèvement de marchandise ou la combinaison de ceux-ci.

La littérature scientifique abonde de données cliniques et physiopathologiques appuyant l'effet positif de l'AP sur le système cardiovasculaire (Giallauria et al., 2021), la fonction pulmonaire (Shenoy & Paul, 2022), la fonction hépatique (Cigrovski Berkovic, Bilic-Curcic, Mrzljak, & Cigrovski, 2021), la réponse inflammatoire systémique (Della Guardia & Codella, 2021) et la fonction cérébrale (Umegaki, Sakurai, & Arai, 2021).

1.1.2 AP et santé cardiovasculaire (CV)

L'association entre l'AP et la prévention des maladies CV est bien décrite dans la littérature (Giallauria et al., 2021). Toutes les formes d'AP décrites précédemment semblent avoir un effet protecteur sur le développement des principaux facteurs de risque CV ou permettre de retarder le développement de dommages aux organes cibles.

1.1.2.1 Effets pathophysiologiques de l'AP

L'AP produit différents effets au point de vue métabolique, neuro-hormonal, de la dilatation des vaisseaux, anti-inflammatoire et antioxydant (Giallauria et al., 2021). Ceux-ci agissent synergiquement pour réduire le risque CV. La résistance à l'insuline est la principale cause du diabète de type II (Db type II), du syndrome métabolique et de l'obésité. Elle est définie comme une réponse biologique hormonale réduite causée par des défauts de transmission dans la signalisation cellulaire (Morisco, Lembo, & Trimarco, 2006). De plus, cette dernière joue un rôle important dans la pathogénèse de l'hypertension essentielle, le développement et la progression de l'atteinte des organes cibles, et la genèse des événements CV ischémiques (Mancusi et al., 2020). La résistance à l'insuline peut aussi être considérée comme un facteur de risque CV indépendant.

Différentes études démontrent que l'AP interfère dans le développement de la résistance à l'insuline et améliore la sensibilité à l'insuline (Iaccarino et al., 2021). L'AP induit aussi un effet anti-inflammatoire via une amélioration des phénomènes oxydo-réducteurs pour contrer l'effet de la progression de la résistance à l'insuline (Lin et al., 2015). Au niveau

moléculaire, l'AP susciterait une augmentation de l'expression et de la synthèse de molécules antioxydantes (Ennezat et al., 2001; Linke et al., 2005). Finalement, le flux sanguin augmenté et la contrainte de cisaillement appliquée sur l'endothélium durant l'AP engendrent des stimuli hémodynamiques qui protègent contre la formation de plaques athéromateuse et qui contribuent à l'adaptation de la fonction vasculaire (Sakellariou et al., 2021). Toutes ces actions contribuent à améliorer le profil de risque CV d'un individu.

1.1.2.2 AP et Db type II

Les données les plus convaincantes concernant les bénéfices de l'AP sur la prévention CV primaire proviennent d'études impliquant des individus avec un haut risque de développer un Db type II ou ayant un diagnostic établi de Db type II.

Au plan de la prévention du Db type II, les études démontrent une réduction du risque de développement de la maladie de 26% chez les personnes qui font au moins 150 minutes d'APMV par semaine en comparaison avec les personnes sédentaires (A. D. Smith, Crippa, Woodcock, & Brage, 2016). Chez les personnes atteintes de Db type II, les interventions axées sur les exercices supervisés améliorent les taux d'hémoglobine glyquée (HbA1c) (Umpierre et al., 2011; Umpierre, Ribeiro, Schaan, & Ribeiro, 2013). Des études de cohorte ont également révélé que l'AP et l'entraînement cardiorespiratoire modéré ou intense pratiqués régulièrement sont associés à une baisse de la mortalité CV et de la mortalité globale des personnes atteintes de Db type II (Church, LaMonte, Barlow, & Blair, 2005; Gregg, Gerzoff, Caspersen, Williamson, & Narayan, 2003; F. B. Hu et al., 2001; G. Hu et al., 2005). L'étude Look AHEAD (*Action for Health in Diabetes*) est l'étude avec répartition aléatoire la plus importante menée à ce jour afin d'évaluer l'efficacité d'une intervention basée sur l'AP et l'alimentation chez les personnes âgées atteintes de Db type II (Wing et al., 2013). Aucune différence importante n'a été observée entre les deux groupes (programme intensif d'interventions axées sur le mode de vie *versus* éducation sur le diabète et encadrement) au niveau des taux d'événements CV graves. Toutefois, les sujets du groupe bénéficiant du programme intensif d'interventions axées sur le mode de vie ont présenté des améliorations plus marquées et plus soutenues de nombreux paramètres secondaires, dont la

perte de poids, la santé cardiorespiratoire, la maîtrise de la glycémie, la tension artérielle (TA) et les taux lipidiques sanguins.

1.1.2.3 AP et Syndrome métabolique

Le syndrome métabolique est une entité clinique qui regroupe plusieurs facteurs de risque CV (obésité, dyslipidémie, résistance à l'insuline, hypertension). Toutefois, le syndrome métabolique en lui-même représente un déterminant important du risque CV. Ce syndrome est le résultat d'un comportement sédentaire et il est hautement associé à l'émergence de la résistance à l'insuline (Ighbariya & Weiss, 2017). De plus, la prévalence de ce syndrome augmente parmi les adolescents et les jeunes adultes (Giallauria et al., 2021). Les effets de l'AP sur la prévention du syndrome métabolique sont bien documentés. Dans une méta-analyse regroupant 17 études prospectives et 64 353 participants, l'AP de haute intensité était associée à une réduction du risque de 20% de développer un syndrome métabolique (He et al., 2014). L'AP de type « aérobique » aurait un effet favorable sur toutes les composantes de ce syndrome, telles que le tour de taille, la glycémie à jeun, le cholestérol, les triglycérides et la pression diastolique (Wewege, Thom, Rye, & Parmenter, 2018). À l'inverse, l'AP de type « résistance » ne semble pas être un facteur protecteur pour le développement de ce syndrome.

1.1.2.4 AP et Obésité

L'obésité est un déterminant clé parmi les facteurs de risque CV. En effet, l'obésité contribue à la pathogénèse de toutes les étapes sur le continuum de la maladie CV (Buono et al., 2014; Kenchaiah et al., 2002). Elle affecte le développement de l'hypertrophie cardiaque et l'apparition d'insuffisance cardiaque (Buono et al., 2014), tout comme elle influence le développement de l'athérosclérose et la susceptibilité de rupture d'une plaque athéromateuse (Kenchaiah et al., 2002). L'obésité est corrélée au comportement sédentaire et il existe une relation inversement proportionnelle entre l'AP et l'indice de masse corporelle (IMC) (Bhupathiraju & Hu, 2016). L'AP contribue à réduire le poids chez les personnes obèses ou en surpoids (McTigue et al., 2003; Miller, Koceja, & Hamilton, 1997). Même si l'AP ne doit pas être considérée comme l'unique stratégie pour optimiser la perte de poids, elle joue un

rôle essentiel dans le maintien de cette perte de poids. Lorsque l'AP est combinée à une diète, l'effet sur ce maintien est encore plus important (Curioni & Lourenco, 2005; Mitchell, Catenacci, Wyatt, & Hill, 2011).

1.1.2.5 AP et profil lipidique

Selon une récente méta-analyse de 48 études incluant 2990 participants, l'AP aérobique améliore toutes les composantes associées au profile lipidique (cholestérol total, triglycérides, lipoprotéines de faible densité (LDL), lipoprotéines de haute densité (HDL), etc.) (Wood et al., 2021). L'intensité de l'AP est associée à une réduction des triglycérides, alors que le volume d'AP possède un effet favorable principalement sur les HDL. La pratique régulière de l'AP augmenterait les niveaux plasmatiques de HDL d'environ 3 à 9 % (King, Haskell, Young, Oka, & Stefanick, 1995). Parmi tous les facteurs associés aux saines habitudes de vie qui favorisent l'augmentation des HDL, l'AP serait le plus efficace (Kodama et al., 2007).

1.1.2.6 AP et hypertension essentielle (HTA)

L'AP exerce un effet protecteur sur la TA. Chez les individus hypertendus, ceux qui sont plus actifs ont une pression diastolique plus basse que ceux qui sont sédentaires (Palatini et al., 1994). Les effets de l'AP sur la TA ambulatoire ont été évalués par deux récentes méta-analyses. Cornelissen et collègues ont étudié l'effet de différents type d'AP chez 5223 individus et ont démontré que tous ceux-ci étaient efficaces pour réduire la tension artérielle systolique (TAS) et diastolique (TAD) prise au cabinet du médecin (Cornelissen, Buys, & Smart, 2013). L'importance de cette réduction était plus visible chez les patients hypertendus (-8.3 /-5.2 mmHg pour la TAS et la TAD respectivement) que chez les patients pré-hypertendus (-2.1/-1.1 mmHg) ou non hypertendus (-0.75 /-1.1 mmHg). Dans une étude subséquente, Cornelissen et Smart ont étudié l'impact de l'AP aérobique sur la TA chez 633 participants (Cornelissen & Smart, 2013) et ont démontré que ce type d'AP pouvait réduire significativement la TAS et la TAD diurnes (-3.2 /-2.7 mmHg, respectivement). Toutefois, l'AP aérobique n'avait aucun effet sur la TA nocturne. Les effets positifs de l'AP ne se

limitent pas qu'à la prévention et la gestion de l'HTA. En effet, l'AP réduit également la mortalité chez les patients hypertendus (L. B. Andersen, Schnohr, Schroll, & Hein, 2000).

1.1.3 AP et fonction pulmonaire

En raison de la dyspnée progressive, une réduction de l'AP est fréquemment observée dans la population atteinte de la maladie pulmonaire obstructive chronique (MPOC) (Maltais et al., 2014). L'inactivité physique est d'ailleurs le facteur prédicteur le plus puissant pour toutes les causes de mortalité associées à cette population (Waschki et al., 2011). Néanmoins, ce facteur est modifiable et les études démontrent que l'AP peut diminuer l'incidence de maladie CV, d'hospitalisation et de mort reliée à la MPOC (Blair, Cheng, & Holder, 2001; Garcia-Aymerich, Lange, Benet, Schnohr, & Anto, 2006). Faire l'équivalent de deux heures de marche ou de vélo par semaine est associé à une réduction de 40% du risque d'admission hospitalière et de mortalité chez le patient atteint de MPOC (Garcia-Aymerich et al., 2006).

Les exercices ciblant l'endurance, la force, et la flexibilité sont la pierre angulaire de la réhabilitation pulmonaire. Le but du programme de réhabilitation est d'augmenter la capacité aérobique et la force musculaire (Spruit et al., 2013). Ces exercices permettent globalement d'améliorer l'utilisation d'oxygène et d'augmenter la capacité de travail pulmonaire par l'entremise d'une réduction du besoin ventilatoire, d'une augmentation de l'efficacité ventilatoire, et d'une diminution de l'hyperinflation pulmonaire (Cooper, 2009).

1.1.4 AP et fonction hépatique

La stéatose hépatique non-alcoolique (NASH) est une entité clinique qui touche le foie et qui peut mener à la cirrhose hépatique ou au carcinome hépatocellulaire (Chalasani et al., 2012). La prévalence mondiale du NASH est estimée à environ 25% et cette dernière est en constante progression (Younossi et al., 2016). Toutefois, cette prévalence pourrait être sous-estimée en raison de l'augmentation mondiale concomitante du syndrome métabolique en lien avec la sédentarité.

Bien que les études concernant les effets de l'AP sur le NASH soient relativement récentes, les données observationnelles et expérimentales appuient son importance et ce, spécialement à l'égard de l'AP de haute intensité qui semble diminuer efficacement les lipides intrahépatiques et ralentir la progression pathologique du NASH (Cigrovski Berkovic et al., 2021). Selon une étude impliquant un protocole de vélo et d'exercices de résistance, la diminution du contenu en triglycérides hépatiques, des niveaux de triglycérides plasmatiques et du pourcentage de gras viscérale seraient déjà visibles à partir de 12 semaines (Berzigotti, Saran, & Dufour, 2016). Sung et collègues ont récemment évalué échographiquement le foie de plus de 160 000 participants sur une période de 5 ans et leurs données longitudinales démontrent un rôle de l'AP dans la prévention et le traitement du NASH (Sung et al., 2016). En effet, 34 % des gens avec un NASH ont vu une résolution de leur condition. L'ampleur maximale des bénéfices était visible lorsque les participants faisaient de l'AP à raison de 5 jours par semaine. La fréquence de l'AP était plus importante que la durée de celle-ci. D'un point de vue préventif, les individus qui sont actifs ont 25% moins de risque de développer un NASH que ceux qui sont sédentaires et ce, peu importe l'IMC (Gerage et al., 2018).

1.1.5 AP et réponse inflammatoire systémique

L'inflammation et les perturbations métaboliques sont étroitement reliées. En effet, les médiateurs pro-inflammatoires qui circulent au niveau sanguin sont capables d'influencer la balance gluco-métabolique (Karstoft & Pedersen, 2016). L'inflammation de bas grade est définie par une augmentation subtile des cytokines pro-inflammatoires circulantes (Karstoft & Pedersen, 2016). Les évidences scientifiques démontrent que cette inflammation chronique de bas grade joue un rôle clé dans le développement et la progression des maladies chroniques (Lasselin & Capuron, 2014; Liu et al., 2016). Des facteurs exogènes, tels que l'AP, la nutrition, et certains déterminants environnementaux influencent le degré d'inflammation systémique en modulant la fonction tissulaire et la diversité des médiateurs circulants (Karstoft & Pedersen, 2016; Maurizi, Della Guardia, Maurizi, & Poloni, 2018). L'APMV est associée à une réduction des marqueurs moléculaires de l'inflammation systémique de bas grade (Yu et al., 2009) et une diminution des taux de leucocytes circulants (Frodermann et al., 2019). De plus, l'APMV est considérée comme une stratégie efficace

pour améliorer le métabolisme basal des individus atteints de maladies inflammatoires chroniques (Codella et al., 2021; Yu et al., 2009).

L'AP exerce un effet de régulation sur l'inflammation de bas grade de diverses façons. Elle diminue l'état pro-inflammatoire associé à la sédentarité, stimule la sécrétion musculaire de métabolites actifs ayant un impact sur l'homéostasie gluco-métabolique/inflammatoire, améliore la fonction tissulaire impliquée dans la régulation métabolique/inflammatoire, et rétablit la concentration normale de glucose sanguin (Della Guardia & Codella, 2021). Plusieurs études démontrent également que les muscles peuvent relâcher des molécules à activité autocrine, paracrine et endocrine qui influencent l'état inflammatoire basal (Karstoft & Pedersen, 2016; Li et al., 2017; Pedersen, 2017). En réponse à l'AP, les métabolites relâchés par les myocytes et les cellules immunitaires jouent un rôle déterminant en améliorant la sensibilité à l'insuline, l'oxydation des lipides, et en favorisant la différentiation des adipocytes (Li et al., 2017).

1.1.6 AP et fonction cérébrale

La littérature scientifique démontre clairement les bénéfices de l'AP sur la santé du cerveau humain et l'impact négatif de l'inactivité physique sur le cerveau des personnes âgées durant la récente pandémie de *Corona Virus Infectious Disease* -2019 (COVID-19) (Fiorenzato, Zabberoni, Costa, & Cona, 2021; Ismail, Kamel, & Al-Hashel, 2021; Tondo, Sarasso, Serra, Tesser, & Comi, 2021; Znazen, Slimani, Bragazzi, & Tod, 2021). L'AP possède un effet positif sur la cognition, autant chez les personnes saines que celles atteintes de démence (Aarsland, Sardahaee, Anderssen, & Ballard, 2010; Groot et al., 2016; Sofi et al., 2011). Plusieurs études épidémiologiques démontrent que l'AP diminue le risque d'être atteint de démence en vieillissant (Hamer & Chida, 2009).

Les mécanismes expliquant les effets bénéfiques de l'AP sur le cerveau ne sont toutefois pas complètement élucidés. Avec le vieillissement, un processus neurodégénératif accéléré semble s'installer en raison de changements pathologiques et d'une augmentation du stress oxydatif (Umegaki et al., 2021). L'AP pourrait ralentir ce processus dégénératif et ainsi contribuer à prévenir le développement de pathologies cérébrales, dont l'Alzheimer et la

démence vasculaire (Buchman et al., 2019). L'AP protégerait également l'intégrité de la matière blanche et grise du cerveau, et augmenterait certains aspects physiologiques, dont la circulation cérébrale et la relâche de facteur neurotrophique. Une augmentation fonctionnelle neuronale a aussi déjà été évoquée parmi les mécanismes (Umegaki et al., 2021).

1.1.7 Effets de l'AP sur la santé physique : conclusions et réflexions

L'influence positive de l'AP sur la santé physique est indéniable. Par son impact sur les différents systèmes du corps humain, tels que le système CV, le système pulmonaire, le système endocrinien et métabolique, le système inflammatoire, et la fonction cérébrale, l'AP contribue à diminuer les facteurs de risque cardio-métaboliques, le développement de maladies chroniques ou neurodégénératives, et la mortalité CV. L'AP permet donc d'être en meilleure santé physique et ainsi, de jouir d'une meilleure qualité de vie. Il est bien connu que la santé physique et la santé mentale s'influence mutuellement. Par son action sur la fonction cérébrale, l'AP exerce également un impact positif sur la santé mentale.

1.2 AP et son impact sur la santé mentale

Les bienfaits de l'AP ne se limitent pas qu'à la santé physique. En effet, l'AP est un facteur modifiable protecteur en santé mentale, notamment pour la dépression (Choi et al., 2019; Choi et al., 2020), les troubles anxieux (Schuch et al., 2019), les troubles bipolaires, et la schizophrénie (Strohle et al., 2007).

1.2.1 AP et dépression

La dépression est une condition ayant un impact important sur le bien-être et le fonctionnement quotidien des individus (Kessler, 2012). Selon les dernières données de l'OMS, la dépression affecte environ 300 millions de gens sur la planète et est désormais considérée comme la principale cause d'invalidité (WHO, 2017). Elle est aussi fortement associée à la présence de comorbidités physiques, telles que les maladies CV et les facteurs de risque cardio-métaboliques, et à une mortalité prématurée (Correll et al., 2017).

L'AP possède un effet anti-dépresseur. En effet, les gens qui font un haut niveau d'AP diminuent leur risque de dépression de 17% comparativement à ceux qui en font à un faible niveau (OR = 0.83, CI =0.79;0.88) (Schuch et al., 2018). L'inactivité physique est associée à un risque accru de 64% de dépression (HR 1.64%, CI=1.29;2.08) (Kandola, Ashdown-Franks, Hendrikse, Sabiston, & Stubbs, 2019).

Les mécanismes physiopathologiques suggérés sont nombreux. Au plan biologique, l'AP peut modifier l'activité corticale, la réponse endocrine (principalement l'axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien), et le stress oxydatif chez les personnes atteintes de dépression (Schuch et al., 2016). Au plan psychosocial, l'AP peut également influencer les symptômes dépressifs de différentes façons (Chrousos, 2009). L'AP est notamment associée à une meilleure estime de soi qui pourrait aider à contrer le sentiment d'inutilité perçu lors d'un épisode dépressif (Keane & Loades, 2017). L'AP permettrait également d'accroître le réseau et le soutien social, deux éléments pouvant contribuer à diminuer le développement de symptômes dépressifs (Kandola et al., 2019). De plus, l'AP influencerait positivement l'auto-efficacité, c'est-à-dire le niveau de confiance permettant de réaliser une tâche spécifique, afin de contrer les effets des symptômes dépressifs (Haller et al., 2018; Pickett, Yardley, & Kendrick, 2012; Wipfli, Landers, Nagoshi, & Ringenbach, 2011).

1.2.2 AP et troubles anxieux

Les troubles anxieux représentent différents problèmes de santé mentale caractérisés par de l'hypervigilance, une peur excessive, et de l'inquiétude (Olthuis, Watt, Bailey, Hayden, & Stewart, 2016). Les sous-types de troubles anxieux incluent le trouble d'anxiété généralisé, la phobie sociale, le trouble panique, le trouble de stress post-traumatique, le trouble obsessif-compulsif, et les phobies spécifiques. La prévalence des troubles anxieux est estimée de 3.8 à 25% en fonction des différents pays et peut monter jusqu'à 70% dans la population atteinte de maladies chroniques (Remes, Brayne, van der Linde, & Lafortune, 2016).

Plusieurs études récentes suggèrent que l'AP aurait un rôle important à jouer dans le contrôle des symptômes anxieux (Stubbs et al., 2017). De plus, l'inactivité physique représente un facteur de risque pour le développement des troubles anxieux (Teychenne, Costigan, & Parker, 2015). Certaines études avancent également que les individus qui font plus d'AP ont moins de risque d'être diagnostiqués d'un trouble anxieux ou de présenter des symptômes sévères d'anxiété (Azevedo Da Silva et al., 2012; Baumeister et al., 2017; De Mello et al., 2013; De Moor, Beem, Stubbe, Boomsma, & De Geus, 2006). Globalement, l'AP diminuerait le risque de développer un trouble anxieux de 40% (Schuch et al., 2019).

Comme dans la dépression, l'AP contribuerait à la réduction de l'anxiété via certains mécanismes physiologiques et psychosociaux. Les mécanismes demeurent cependant imprécis. Un des plus importants serait via son rôle de régulation dans la réponse au stress de l'axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien (Anderson & Shivakumar, 2013; Wegner et al., 2014). L'AP stimulerait également une variété de processus neurogéniques essentiels pour la fonction cérébrale, dont la régulation à la hausse de facteur neurotrophqiue dérivé du cerveau (*brain-derived neurotrophic factor*), la stimulation de la neurogénèse, et la stimulation de l'angiogénèse (Kandola, Hendrikse, Lucassen, & Yucel, 2016; Voss, Vivar, Kramer, & van Praag, 2013). En activant la fonction cérébrale de certaines régions associées à la régulation de l'anxiété, l'AP aiderait à atténuer les symptômes anxieux. L'AP pourrait aussi améliorer les symptômes anxieux grâce à son influence sur l'inflammation systémique (Vogelzangs, Beekman, de Jonge, & Penninx, 2013) et sur la voie de signalisation des endocannabinoïdes impliquée dans la sécrétion de dopamine (Tantimonaco et al., 2014).

Au plan psychosocial, l'AP aurait un effet favorable sur les symptômes en diminuant la sensibilité à l'anxiété (*anxiety sensitivity*). Ceci augmenterait notamment la tolérance au stress et faciliterait la gestion des symptômes anxieux (Smits et al., 2008; Strohle et al., 2009). Par son impact positif sur l'auto-efficacité et l'estime de soi, l'AP diminuerait aussi les symptômes anxieux (Bos, Huijding, Muris, Vogel, & Biesheuvel, 2010).

1.2.3 AP et troubles psychotiques (troubles bipolaires et schizophrénie)

Après la dépression et l'anxiété, la schizophrénie est le troisième problème de santé mentale le plus débilitant dans le monde et cette problématique s'accentue avec le vieillissement de la population (Vos et al., 2017). Cette dernière est associée à plusieurs problèmes de santé physique et à une plus grande invalidité (Bouza, Lopez-Cuadrado, & Amate, 2010; Sharifi et al., 2015).

L'AP est associée à une diminution de 28% du risque de psychose et de schizophrénie (Brokmeier et al., 2020). En influençant positivement la santé cardiorespiratoire et cardio-métabolique, l'AP diminue les risques de développement d'obésité et de diabète souvent observés dans cette population (Stubbs, Vancampfort, De Hert, & Mitchell, 2015; Vancampfort, Rosenbaum, Ward, & Stubbs, 2015). D'autres études ont également démontré que l'AP avait un effet positif sur les problématiques de santé mentale associées à la schizophrénie, dont la dépression et l'anxiété (Dauwan et al., 2021; Dauwan, Begemann, Heringa, & Sommer, 2016), ainsi que sur la cognition (Firth, Cotter, Elliott, French, & Yung, 2015; Malchow et al., 2013). Une amélioration des symptômes et de l'affect aurait été observée chez les patients schizophrènes plus actifs (Dauwan et al., 2021; Dauwan et al., 2016; Firth et al., 2015; Malchow et al., 2013). L'AP améliore le fonctionnement physique et la qualité de vie dans cette population (Dauwan et al., 2016).

1.2.4 Impacts de l'AP sur la santé mentale : conclusions et réflexions

En résumé, plusieurs études démontrent une association positive entre l'AP et la santé mentale (Bennie, Teychenne, De Cocker, & Biddle, 2019; Chekroud et al., 2018; Choi et al., 2019; Dogra et al., 2018; Kettunen, Kyrolainen, Santtila, & Vasankari, 2014; McDowell, Dishman, Gordon, & Herring, 2019; Schuch & Stubbs, 2019; Schuch et al., 2019; White et al., 2018). Toutefois, cette relation a surtout été démontrée dans un contexte de « problèmes de santé mentale » plutôt que dans une perspective de bien-être psychologique ou de santé mentale positive.

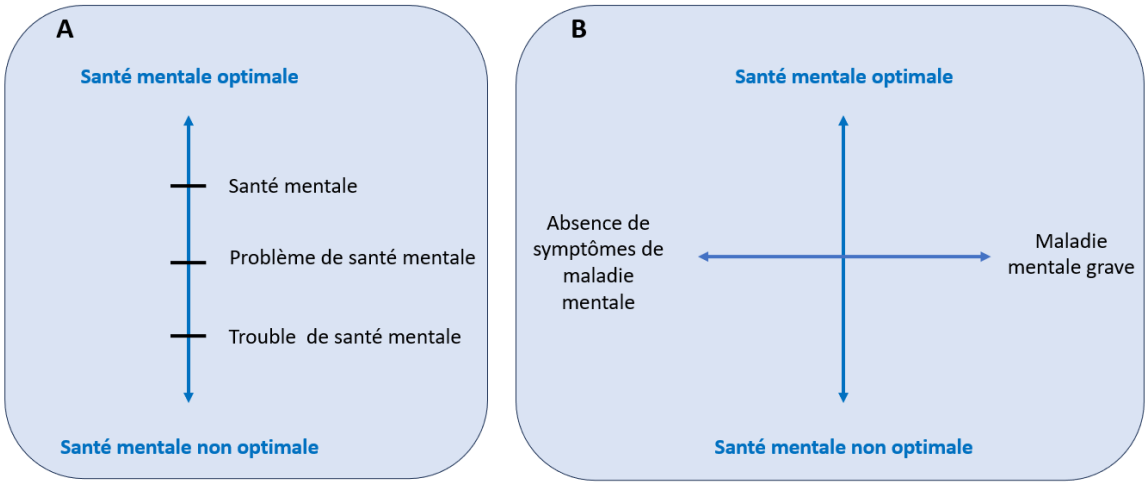
1.3 La santé mentale positive

1.3.1 Le concept de santé mentale positive

L'OMS définit la santé mentale comme « un état de bien-être dans lequel la personne peut se réaliser, surmonter les tensions normales de la vie, accomplir un travail productif et fructueux, et contribuer à la vie de sa communauté » (WHO, 2005). Le point important de cette définition est que la santé mentale ne se limite pas à l'absence de maladie, mais est un état positif contrairement à la notion de trouble de santé mentale qui lui est associée.

Historiquement, le concept de santé mentale a longtemps été défini dans le champ de la psychiatrie : les individus souffrent d'un trouble de santé mentale ou sont en bonne santé mentale (Keyes, 2005). Positionner la santé mentale sur un axe unique (**Figure 1A**) est toutefois très restrictif pour différentes raisons (Duhoux, 2009). Ceci implique qu'un individu atteint d'un trouble de santé mentale ne peut pas jouir d'une santé mentale positive et suppose qu'en réduisant le nombre de cas, la population sera en meilleure santé mentale. Or, il n'a jamais été prouvé que l'absence de trouble de santé mentale garantissait une santé mentale optimale. Sur le plan fonctionnel, il a été démontré qu'un état de santé mentale positif pouvait entraîner des résultats supérieurs à l'absence de symptômes de trouble de santé mentale (Keyes, 2005, 2007). La santé mentale positive est donc plus que l'absence de pathologie. Ainsi, la conception pathologique de la santé mentale est progressivement remplacée par une conception à deux axes (**Figure 1B**) afin de la modéliser dans sa globalité (Duhoux, 2009).

Figure 1. Les différentes conceptions de la santé mentale. A) La conception à axe unique B) La conception à deux axes. Figure adaptée de (Duhoux, 2009).



La santé mentale positive est donc un état où l'individu est libre de psychopathologie et florissant (Keyes, 2002; Keyes & Ryff, 2003) avec un haut niveau de bien-être dans ses 3 sphères, soit émotionnelle, psychologique, et sociale. Elle peut donc être définie comme « florissante » (ou *flourishing*) lorsque l'individu se sent bien et fonctionne adéquatement dans sa vie ou bien comme « languissante » (ou *languishing*) dans le cas contraire. La littérature démontre que les individus ayant une santé mentale « florissante » rapportent moins de troubles mentaux, de limitations dans les activités de la vie quotidienne, d'absentéisme au travail, de problèmes CV, de comorbidités physiques, d'utilisation des services de soins de santé, et de nécessité de prescriptions médicales (Keyes, 2005, 2007). Le terme « florissant » est donc utilisé comme un indicateur de la santé mentale positive et du bien-être.

L'AP représente une stratégie prometteuse afin d'être plus « florissant ». En effet, l'AP pratiquée régulièrement est associée à un niveau plus élevé de bien-être et à un risque diminué d'avoir des symptômes anxio-dépressifs. Elle est également associée à des bienfaits psychologiques, tels que l'augmentation de la confiance en soi et de la capacité à établir des liens sociaux (Arias-Palencia et al., 2015; Fox, 1999).

1.3.2 L'AP et la santé mentale positive

Comme mentionné précédemment, l'AP est un facteur modifiable important qui influence la santé à divers égards (Lee et al., 2012). Toutefois, les bienfaits sur la santé mentale ont surtout été démontrés dans le contexte d'association entre l'AP et le risque de trouble de santé mentale (cf. **section 1.2**).

Les évidences suggérant un rôle de l'AP sur la santé mentale positive sont en pleine émergence (Belanger et al., 2019; Cerin, Leslie, Sugiyama, & Owen, 2009; Mason, Curl, & Kearns, 2016; Richards et al., 2015; Tamminem et al., 2020). Jones et collaborateurs ont démontré que les individus qui atteignaient les cibles d'AP recommandées avaient une meilleure santé mentale positive que ceux qui ne les rencontraient pas (Jones et al., 2013). La relation entre l'AP et la santé mentale positive semble toutefois varier selon les différents domaines d'AP (Appelqvist-Schmidlechner et al., 2020; Tamminem et al., 2020). En effet, les études démontrent que l'AP en lien avec les loisirs est favorablement associée à la santé mentale positive, tandis que les résultats sont contradictoires pour l'AP reliée aux déplacements ou au contexte de travail (Black et al., 2015; Cerin et al., 2009; Humphreys, Goodman, & Ogilvie, 2013; Mason et al., 2016; White et al., 2017; White et al., 2018). Plus récemment, Doré et collaborateurs ont démontré que le volume d'AP et son contexte social sont indépendamment associés à la santé mentale positive du jeune adulte (Dore, O'Loughlin, Beauchamp, Martineau, & Fournier, 2016).

1.3.3 La santé mentale positive : conclusions et réflexions

En raison de son concept de bien-être global qui intègre trois différentes sphères (psychologique, émotionnelle et sociale), la santé mentale positive est à privilégier par rapport à la définition médicale de la santé mentale (absence ou présence de trouble de santé mentale). Cette conception positive de la santé mentale incite à ne pas se concentrer uniquement sur la prévention et le traitement des troubles mentaux, mais aussi à promouvoir et à maintenir une santé mentale « florissante ». Dans cette perspective, le bien-être est donc autant valorisé que le fait de ne pas être malade (Keyes, 2005). De plus, l'AP est une stratégie intéressante afin de jouir d'une meilleure santé mentale positive.

La survenue de la pandémie de COVID-19 a possiblement eu un impact sur la santé mentale positive de la population. En effet, les pandémies et les urgences sanitaires peuvent affecter négativement la santé mentale, non seulement durant l'évènement, mais aussi après sa résolution (Cielo, Ulberg, & Di Giacomo, 2021).

1.4 Impact de la pandémie COVID-19

1.4.1 Pandémie COVID-19 et santé mentale

En réponse à la pandémie de COVID-19, les stratégies de mitigations imposées ont eu comme impact d'interrompre l'apprentissage scolaire en présentiel et de diminuer les contacts sociaux, les activités récréatives et l'accès aux soins de santé (Samji et al., 2021). Bien que ces mesures sanitaires étaient essentielles afin de prévenir une escalade de l'état d'urgence, l'isolement social prolongé et le confinement ont affecté la santé mentale et le sentiment de bien-être des gens (Kaufman, Petkova, Bhui, & Schulze, 2020; Wang, Zhang, Zhao, Zhang, & Jiang, 2020).

Selon une revue systématique de la littérature ciblant les impacts de la pandémie sur le bien-être psychologique de la population adulte, les mesures sanitaires ont été associées avec une augmenation du stress, de l'anxiété, de l'isolement social, et de la détresse psychologique (Violant-Holz et al., 2020). Des taux de dépression et de troubles anxieux plus élevés que la normale ont été observés chez les travailleurs de la santé qui étaient au front pour soigner les individus atteints de la COVID-19. Globalement, les études qui ont examiné les impacts de la pandémie ont démontré un déclin de la santé mentale populationnelle (Aknin et al., 2022; Cielo et al., 2021). A titre d'exemple, une étude américaine transversale a rapporté une incidence plus importante de détresse psychologique en avril 2020 qu'en 2018 (Twenge & Joiner, 2020). Aux Royaume-Unis, une étude longitudinale a mis en évidence des niveaux plus importants de dépression et d'anxiété très tôt dans le processus de confinement, qui ont ensuite diminué progressivement avec la levée des mesures restrictives (Fancourt, Steptoe, & Bu, 2021). Par ailleurs, Smith et collaborateurs ont observé une prévalence augmentée de troubles de santé mentale au Royaume-Unis à 37 % chez les jeunes de 18-24 ans (normale estimée à environ 25%) et démontré une association entre l'isolement social et le déclin de

santé mentale (L. Smith et al., 2020). Heureusement, l'adoption de certaines stratégies d'adaptation durant la pandémie a permis à certaines personnes de mieux gérer cette épreuve de vie (Dewa et al., 2021).

1.4.1.1 Stratégies d'adaptation et contexte pandémique

L'adaptation psychologique, mieux connue sous le terme de « *coping* » dans la littérature, se définit par l'effort cognitif et comportemental d'un individu afin de contrôler des stresseurs internes et externes de la vie (Lazarus & Folkman, 1984).

La pandémie de COVID-19 a eu d'importantes conséquences sur plusieurs dimensions de la vie des jeunes d'âge scolaire (Hsieh, Powell, Tan, & Chen, 2021; Ravens-Sieberer et al., 2021). Selon une étude britannique effectuée auprès de jeunes âgés de 16 à 24 ans (Dewa et al., 2021), la pandémie aurait compliqué la période de transition de la vie étudiante vers celle du jeune adulte. Ces derniers ont toutefois réussi à s'adapter aux changements imposés en utilisant différentes stratégies, telles qu'établir une routine, avoir une bonne hygiène de sommeil, faire de l'exercice, sortir à l'extérieur, faire de la méditation, et chercher à se distraire (Dewa et al., 2021).

1.4.1.2 AP comme stratégie d'adaptation durant la pandémie

L'AP est une stratégie d'adaptation qui est associée à une réduction des symptômes internalisés (p. ex. stress, anxiété, dépression) et une augmentation de l'affect positif (Pascoe et al., 2020). Tel que discuté précédemment, l'AP réduit les hormones de stress (le cortisol et l'adrénaline) et augmente les niveaux d'endorphines, des neuropeptides dont le rôle est de rendre les gens joyeux, optimistes, et détendus (Harber & Sutton, 1984).

Au Canada, la surcharge émotionnelle de la pandémie et son impact sur le bien-être ont aussi été rapportés chez les adolescents (Ferguson et al., 2021). Parmi les stratégies utilisées, l'AP a souvent été mentionnée comme un mécanisme d'adaptation qui augmentait le bien-être. Bien que la fermeture des établissements scolaires et des plateaux sportifs ait imposé certaines restrictions sur l'engagement des adolescents à pratiquer leurs activités, l'AP est

demeurée une façon accessible et peu coûteuse pour contrer les différents stresseurs du contexte pandémique (p. ex. distanciation sociale). Une courte période d'APVM était associée avec des bienfaits sur le plan affectif et la réduction du stress (Pascoe et al., 2020).

La littérature démontre également que l'AP a été l'une des stratégies d'adaptation les plus utilisées chez l'adulte durant la pandémie (Shechter et al., 2020). L'AP est une stratégie efficace afin de contrer le déclin de la santé mentale de l'adulte (Dahlen et al., 2021; Teychenne et al., 2020). Pendant la pandémie, les individus qui faisaient de l'AP sur une base régulière, tout en gardant une routine stable, ont présenté moins de symptômes anxio-dépressifs (Wolf et al., 2021). Par ailleurs, selon une étude longitudinale, une diminution importante dans la pratique d'AP représentait un facteur de risque pour le développement de dépression pendant la pandémie (Giuntella, Hyde, Saccardo, & Sadoff, 2021). En contexte pandémique, les changements dans le niveau d'AP sont directement reliés à ceux qui surviennent au niveau du bien-être psychologique des gens (Stults-Kolehmainen & Sinha, 2014).

1.4.2 Pandémie et AP

En diminuant les opportunités d'accomplir un niveau d'intensité suffisant, le confinement associé à la gestion de la pandémie de COVID-19 a eu un impact négatif sur la pratique de l'AP chez les enfants et les adolescents (Kharel et al., 2022; Okuyama et al., 2021). Par conséquent, une augmentation du temps passé devant les écrans et un changement dans les routines de sommeil ont été observés (Kharel et al., 2022). La littérature démontre que l'AP est une des stratégies d'adaptation les plus efficaces à adopter après un événement traumatique ou catastrophique (Buchanan & Keats, 2011). Il existe également une corrélation significative entre l'AP et la santé mentale des enfants et adolescents soumis à des stresseurs psychologiques importants (Phillips, Reipas, & Zelek, 2019; Sagatun, Sogaard, Bjertness, Selmer, & Heyerdahl, 2007; Tajik et al., 2017; Tonorezos et al., 2019; Zhao, Li, Li, & Balluz, 2013).

En ce qui concerne la population adulte, les gens avaient tendance à diminuer leur niveau d'AP et à devenir plus sédentaires (Violant-Holz et al., 2020). Plus précisément chez les

jeunes adultes en bonne santé, une diminution dans l'AP quotidienne auto-rapportée et une augmentation des comportements sédentaires ont été observées dans différentes études (Castaneda-Babarro, Arbillaga-Etxarri, Gutierrez-Santamaria, & Coca, 2020; Zheng et al., 2020). Chez les 50 ans et plus, 45% des gens ont mentionné avoir réduit leur temps accordé à l'AP (Wingood, Peters, Gell, Brach, & Bean, 2022). Dans la population atteinte de problèmes CV, une réduction de l'AP a également été rapportée (Sassone et al., 2020; van Bakel, Bakker, de Vries, Thijssen, & Eijsvogels, 2021). Même si cette période de diminution de l'AP était de courte durée, des impacts sur le conditionnement métabolique, cardiaque, et musculosquelettique étaient rapidement perceptibles. Selon une étude canadienne, 40.5% des individus qui faisaient moins de 150 minutes d'APMV par semaine avaient tendance à devenir encore moins actifs, alors que seulement 22.4% des individus considérés « actifs » (i.e. faisant plus de 150 minutes de APMV en moyenne par semaine) le devenaient (Lesser & Nienhuis, 2020). Malgré les restrictions, les individus habituellement actifs ont généralement réussi à augmenter leur niveau d'AP pendant la pandémie, alors que ceux qui ne l'ont jamais intégré dans leur routine, ont réduit leur niveau d'AP (Dahlen et al., 2021; Lesser & Nienhuis, 2020; Wolf et al., 2021).

1.4.3 Impacts de la pandémie : conclusions et réflexions

La pandémie de COVID-19 a affecté la santé mentale de la population. Pour contrer le stress engendré par la pandémie, certaines personnes ont préconisé l'AP comme stratégie d'adaptation afin de prévenir un déclin de leur de santé mentale. Toutefois, en raison des contraintes sanitaires, l'accessibilité aux différents plateaux sportifs a été limitée et une tendance vers la sédentarité a été globalement observée. Par contre, les jeunes adultes ayant déjà intégré l'AP dans leur routine de vie avant la pandémie ont réussi à maintenir ou même augmenter leur niveau d'AP. Il est connu que l'intégration de l'AP dans une routine de vie ne se fait habituellement pas du jour au lendemain. De plus, il est évident que de maintenir ses niveaux d'AP dans un contexte plus restrictif exige de bonnes doses intrinsèques de motivation et de planification. Il est donc permis de penser que ces individus actifs pendant la pandémie ont possiblement acquis des compétences en lien avec l'AP tout au long de leur parcours de vie.

2-RECENSION DES ÉCRITS

Tel que discuté dans l'introduction, il existe de nombreuses études concernant l'AP et son impact au plan de la santé mentale (Brosnahan, Steffen, Lytle, Patterson, & Boostrom, 2004; Fulkerson, Sherwood, Perry, Neumark-Sztainer, & Story, 2004; Haarasilta, Marttunen, Kaprio, & Aro, 2004; Kirkcaldy, Shephard, & Siefen, 2002; Leventhal, 2012; Trainor, Delfabbro, Anderson, & Winefield, 2010; Wiles, Haase, Lawlor, Ness, & Lewis, 2012). Toutefois, la majorité de celles-ci ont été réalisées dans le cadre d'un devis transversal et ne peuvent que déterminer l'association entre l'AP et la santé mentale. En revanche, les études longitudinales peuvent renseigner sur la notion de temporalité dans une association impliquant deux variables. Il devient alors possible de déterminer « l'influence » d'une variable sur une autre. La présente recension des écrits vise par conséquent à répondre à la question suivante : « Est-ce que l'AP pratiquée à l'adolescence par un individu influence sa santé mentale une fois rendu à l'âge adulte? ».

2.1 Stratégie de recherche pour la recension des écrits

Les associations de mots-clés « ***Youth Exercises* + *Mental Health* Adulthood** », « ***Youth Physical Activity* + *Mental Health Adulthood***» et « ***Youth Sports Participation* + *Mental Health Adulthood*** » dans PubMed ont permis de recenser respectivement 108, 178 et 11 articles. Après avoir seulement gardé les articles parus dans les dix dernières années et éliminer les doublons ainsi que les articles avec un devis transversal, nous avons retenu 11 articles dont les analyses concernaient l'association longitudinale entre l'AP à l'adolescence et la santé mentale à l'âge adulte (Colman et al., 2014; Howie et al., 2020; Jewett et al., 2014; Kleppang, de Ridder, Haugland, & Stea, 2021; McPhie & Rawana, 2015; Murray, Sabiston, Dore, Belanger, & O'Loughlin, 2021; Nyberg et al., 2018; Poulsen, Biering, & Andersen, 2016; Sagatun, Heyerdahl, Wentzel-Larsen, & Lien, 2015; Suetani et al., 2017). À travers la lecture de ces derniers, 3 autres articles supplémentaires (Ashdown-Franks, Sabiston, Solomon-Krakus, & O'Loughlin, 2017; Brunet et al., 2013; Sabiston et al., 2016) se sont

ajoutés afin de porter le nombre final à 14 articles comportant des données longitudinales. Les caractéristiques sommaires de ces articles sont détaillées dans le **Tableau 1**.

Tableau 1. Caractéristiques des différents articles issus de la recension des écrits entre 2012 et 2022.

	Date	Auteur	Pays	# Pts	Âge	Années	Suivi	Etudes	Forces (+) /limitations (-)
1	2021	Kleppang	Norvege	2230	13/19 23/31	2006/08 + 2017/19	11 ans	HUNT	Grosse étude (+), mais cueillette en 2 temps (-)
2	2021	Murray	Canada	773	13-21	1999 à 2007	8 ans	NDIT	Collecte de données en pls cycles/ année (+)
3	2020	Howie	Australie	1628	8-22	1998 à 2014	16 ans	RAINES	Questionnaires répondus par parents (-) 6 collectes de données (8-10-14-17-20 et 22 ans) (+)
4	2018	Nyberg	Suede	›1M	18 et +	1971 à 2010	3-40 ans	-	Fitness cardiovasculaire (-) Homme (-), militaires (-)
5	2017	Suetani	Australie	3493	0.5-21	1981 à 2004	22 ans	-	Suivi avec 4 collectes de donnée (0.5, 5, 14 et 21 ans) (+/-)
6	2017	Ashdown-Franks	Canada	858	13-21	1999 à 2007	8 ans	NDIT	Collecte de données en pls cycles/ année (+)
7	2016	Sabiston	Canada	860	13-21	1999 à 2007	8 ans	NDIT	Collecte de données en pls cycles/ année (+)
8	2016	Poulsen	Danemark	1589	14/15 20/21	2004/07 + 2010	6 ans	VestLiv	Cueillette en 2 temps (-)
9	2015	McPhie	USA	›15 000	15-28	1995 à 2009	14 ans	Add Health	# pts et cueillette en 4 temps (+)
10	2015	Sagatun	Australie	›14 000	15/16 18-26	1999/2004	10 ans		Quest. transversal à 14/15 ans et lien avec issus (*receipt of medical benefits* 18-26 ans) (-)
11	2014	Coleman	Canada	1137	12/17-18/23	1994 à 2007	7 ans	NPHS	Collecte de données q 2 ans (+)
12	2014	Jewett	Canada	853	13-21	1999 à 2007	8 ans	NDIT	Collecte de données en pls cycles/ année (+)
13	2013	Brunet	Canada	860	13-21	1999 à 2007	8 ans	NDIT	Collecte de données en pls cycles/ année (+)
14	2012	Rangul	Norvege	1869	13/19 23/31	1995/97 + 2006/08	12 ans	HUNT	Grosse étude (+), mais cueillette en 2 temps (-)

pts = Nombre de patients; HUNT = The North Trondelag Health Study; NDIT = The Nicotine Dependence in Teens study; NPHS = The National Physician Health Survey; (+) = force; (-) = limitation

2.2 Association longitudinale entre l'AP à l'adolescence et la santé mentale du jeune adulte

Toutes les études recensées démontraient différentes associations longitudinales positives entre l'AP à l'adolescence et la santé mentale à l'âge adulte. Via l'étude HUNT, Kleppang

et collaborateurs ont démontré qu'un faible niveau d'AP à l'adolescence était associé à une détresse psychologique augmentée à l'âge du jeune adulte (Kleppang et al., 2021). Dans cette étude norvégienne, 4h et moins d'APMV par semaine étaient considérées comme un faible niveau d'AP, alors que la détresse psychologique était mesurée via le questionnaire Connor Mental Health Index (CONNOR-MHI). Dans la suite de cette étude, Rangul et ses collègues ont observé que les adolescents ayant maintenu un bon niveau d'APMV durant leur adolescence et la période de transition vers la phase du jeune adulte, obtenaient de meilleurs résultats au questionnaire CONNOR-MHI (Rangul, Bauman, Holmen, & Midthjell, 2012).

Différentes études à travers le monde se sont également intéressées à l'AP durant l'adolescence comme facteur protecteur de la dépression à l'âge adulte (Colman et al., 2014; Howie et al., 2020; McPhie & Rawana, 2015; Poulsen et al., 2016). Poulsen et collaborateurs ont notamment démontré qu'un faible niveau d'AP relié au temps de loisir chez les adolescentes de 14-15 ans était associé à un déclin de santé mentale vers l'âge de 20-21 ans (Poulsen et al., 2016). Cette association n'était toutefois pas significative chez les garçons. Dans une étude visant plus précisément à décrire la trajectoire longitudinale des symptômes dépressifs en fonction du niveau d'engagement face à la pratique d'AP, McPhie et ses collègues ont observé que les adolescents ayant intégré un haut niveau d'AP étaient mieux protégés contre une détérioration des symptômes dépressifs lors de la transition vers la période du jeune adulte (McPhie & Rawana, 2015). Howie et collaborateurs ont également examiné l'association entre les différents niveaux d'AP à l'adolescence et la santé mentale à l'âge adulte, en utilisant le questionnaire Depression Anxiety Stress Scale-Short Form (DASS-21) (Howie et al., 2020). Avoir un niveau modéré ou élevé d'AP durant l'adolescence était associé à un meilleur profil de santé mentale à l'âge adulte. Dans cette étude, l'AP était cependant une mesure auto-rapportée par les parents. Colman et collègues ont, quant à eux, tenté de caractériser le rôle de l'AP durant l'adolescence en tant que facteur de protection contre la dépression du jeune adulte, mais dans un contexte relié au stress du travail (Colman et al., 2014). Dans ce contexte plus particulier, être physiquement actif durant l'adolescence ne représentait pas un facteur protecteur significatif contre la dépression à l'âge adulte. Toutefois, l'AP semblait modérer l'effet du stress au travail sur le risque de dépression à l'âge adulte.

L'AP à l'adolescence a aussi été étudiée en fonction de son impact sur la santé mentale à l'âge adulte, mais dans un contexte où l'issue étaient plutôt mesurée par l'utilisation des services en santé mentale (Sagatun et al., 2015). Dans cette étude norvégienne, les adolescents de 14-15 ans avec un niveau plus élevé d'AP étaient moins à risque de recevoir des soins en santé mentale durant la période de jeune adulte. Dans le même ordre d'idée, Suetani et collaborateurs ont démontré que l'inactivité physique à l'âge de 14 ans était associée à un risque augmenté de diagnostic de maladie affective, d'idéation délusoire, et d'hallucinations visuelles vers l'âge de 21 ans (Suetani et al., 2017). Ces conclusions sont similaires à celles de Nyberg et ses collègues qui ont étudié l'impact de la forme CV (*cardiovascular fitness*) de plusieurs militaires masculins durant l'adolescence sur le risque de développer un trouble psychotique à l'âge adulte (Nyberg et al., 2018). Une faible forme CV vers l'âge de 18 ans était associée à un risque plus élevé de recevoir un diagnostic de trouble psychotique à l'âge adulte. Il est toutefois à noter que le suivi pour cette étude se prolongeait au-delà de la période du jeune adulte.

La relation entre l'AP à l'adolescence et la santé mentale à l'âge adulte a aussi été étudiée en fonction de catégories précises d'AP, soit la participation aux sports scolaires (Ashdown-Franks et al., 2017; Jewett et al., 2014) et la participation aux sports d'équipes (Brunet et al., 2013; Murray et al., 2021; Sabiston et al., 2016). Dans le contexte de participation aux sports scolaires, Jewett et ses collègues ont démontré que le nombre d'années de participation à l'adolescence diminuait le développement de symptômes dépressifs durant la période de jeune adulte (Jewett et al., 2014). Avec un objectif similaire, Ashdown-Franks et collaborateurs ont observé un effet protecteur du nombre d'années de participation aux sports scolaires durant l'adolescence sur les symptômes du trouble panique et de l'agoraphobie chez le jeune adulte (Ashdown-Franks et al., 2017). Toutefois, l'effet protecteur n'était pas visible pour les symptômes reliés à la phobie sociale ou au trouble d'anxiété généralisé.

En 2013, Brunet et collaborateurs ont étudié l'association longitudinale entre l'AP à l'adolescence et la présence de symptômes dépressifs à l'âge adulte, mais en exprimant la variable indépendante sous deux formes différentes, soit l'APVM et la participation au sports

d'équipe (Brunet et al., 2013). La participation aux sports d'équipe durant l'adolescence était associée à moins de symptômes dépressifs chez le jeune adulte, mais pas l'APVM. Afin de mieux caractériser cette association longitudinale, Sabiston et collègues ont ensuite évalué si cette association était spécifique aux sports d'équipe en faisant la comparaison avec la participation aux sports individuels (Sabiston et al., 2016). Encore une fois, seule la participation aux sports d'équipe à l'adolescence démontrait une réduction de symptômes dépressifs chez le jeune adulte. En regardant les différents patrons de participation aux sports d'équipe durant la transition de l'adolescence vers la période du jeune adulte, Murray et collaborateurs ont démontré que les individus ayant maintenu leur participation aux sports d'équipe rapportaient moins de stress et une meilleure capacité d'adaptation pour gérer le stress (Murray et al., 2021). La participation soutenue aux sports d'équipe durant cette période n'était cependant pas associée à une diminution des symptômes dépressifs.

2.3 Recension des écrits : conclusions et réflexions

Trois constats se dégagent de cette recension des écrits. Premièrement, bien que la santé mentale à l'âge adulte ait été évaluée sous différentes formes et à l'aide de différentes échelles de mesure (cf. **Tableau 2)**, il n'y aucune étude longitudinale ayant étudié l'impact de l'AP sur la santé mentale positive du jeune adulte. En effet, la majorité des échelles de mesure de santé mentale utilisées mesuraient des symptômes associés à des troubles de santé mentale (p. ex. symptômes dépressifs, symptômes anxieux, détresse psychologique). Deuxièmement, la participation aux sports d'équipe semblait être plus souvent associée à une baisse des symptômes dépressifs à l'âge adulte que les autres formes d'AP étudiées (Brunet et al., 2013; Sabiston et al., 2016). Dernièrement, aucune étude longitudinale n'a évalué les mécanismes sous-jacents pouvant être impliqués dans cette association.

Tableau 2. Catégorisation des articles selon l'exposition et l'issue mesurées dans les études longitudinales.

Exposition (Ado)	Issue (Adulte)	Échelle de l'issue	# d'études/14	Références
Activité Physique	Détresse Psychologique	CONOR-MHI	2	Rangul (2012) Kleppang (2021)
Activité Physique	Sx dépressifs	SF-12/DASS-21 CES-D Scale CIDI-SF	4	Coleman (2014) McPhie (2015) Poulsen (2016) Howie (2020)
Activité Physique	Santé Mentale via *Receipts of medical benefits*	-	1	Sagatun (2015)
Activité physique	*Common Mental Disorders and Psychosis related outcome*	CIDI + LYASR scores	1	Suetani (2017)
Participation aux sports scolaires	Sx dépressifs	MDI	1	Jewett (2014)
Participation aux sports	Sx Anxieux	CCHS	1	Ashdown-Franks (2017)
Cardiovascular FItness	Non affective mental Disorders (Tr psychotique)	ICD 10	1	Nyberg (2017)
Participation aux sports d'équipe	Sx dépressifs	MDI	3	Brunet (2013) Sabiston (2016) Murray (2021)

CONOR-MHI = Connor Mental Health Index; SF-12 = 12-Item Short Form Survey; DASS-21 =The Depression, Anxiety and Stress Scale - 21 Items; CES-D Scale = Center for Epidemiologic Studies Depression Scale; CIDI-SF = World Health Organization's Composite International Diagnostic Interview-Short Form; MDI = Major Depression Inventory; CCHS = Canadian Community Health Survey; ICD-10 = International Classification of Diseases 10th Revision.

3-OBJECTIFS ET HYPOTHÈSES

Considérant que:

(i) Le contexte pandémique de COVID-19 récent fut un stresseur populationnel important et qu'un déclin de la santé mentale des jeunes adultes a été observé durant cette période;

(ii) L'AP était l'une des stratégies d'adaptation les plus utilisées durant la pandémie;

(iii) La participation aux sports d'équipe à l'adolescence influence positivement la santé mentale du jeune adulte;

(iv) Aucune étude n'a étudié le concept de santé mentale positive dans les études longitudinales recensées;

La présente étude a comme objectifs de :

1) Déterminer si la participation aux sports d'équipe durant l'adolescence est un facteur prédicteur de la santé mentale positive du jeune adulte confronté aux conséquences de la pandémie.

2) Déterminer si cette association est médiée par l'utilisation de l'AP en tant que stratégie d'adaptation du jeune adulte afin de contrer le stress relié à la pandémie et aux mesures sanitaires imposées.

3) Décrire la fréquence et l'utilité perçue de l'AP comme stratégie d'adaptation durant le contexte pandémique.

Considérant que l'AP influence positivement la santé mentale à chaque étape de notre vie, nous émettons l'hypothèse que la participation aux sports d'équipe à l'adolescence aurait contribué à favoriser une meilleure santé mentale positive des jeunes adultes confrontés à la pandémie de COVID-19. De plus, nous croyons que cette association sera médiée par l'utilisation de l'AP comme stratégie d'adaptation par le jeune adulte afin de faire face au stress imposé par le contexte pandémique.

4-MÉTHODOLOGIE ET RÉSULTATS

Article 1

Avant-propos

Use of physical activity as a coping strategy mediates the association between adolescent team sports participation and emerging adult mental health

Auteurs de l'article:
Jean-Francois Clément [1] MD-PhD, François Gallant [1,2] PhD, Catherine Hudon [1] MD-PhD, Corentin Montiel [3] BA, Teodora Riglea [4,5] MSc, Djamal Berbiche [6] PhD, Isabelle Doré [4,5,7] PhD, Marie-Pierre Sylvestre [4,5] PhD, Jennifer O'Loughlin [4,5] PhD, Mathieu Bélanger * [1,2,8] PhD.

Affiliation des auteurs:
[1] Department of family medicine, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Canada;
[2] Centre de formation médicale du Nouveau-Brunswick, Université de Sherbrooke, Moncton, NB, Canada;
[3] Université du Québec à Montréal, Montréal, QC, Canada;
[4] Centre de recherche du centre hospitalier de l'Université de Montréal (CRCHUM), Montréal, QC, Canada;
[5] Department of Social and Preventive Medicine, Université de Montréal, Montréal, QC, Canada;
[6] Department of Community Health Sciences, Faculty of Medicine and Health Sciences, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, QC, Canada.
[7] School of Kinesiology and Physical Activity Sciences, Faculty of Medicine, Université de Montréal, Montréal, QC, Canada;
[8] Vitalité Health Network, Moncton, Canada

Statut de l'article:
Soumis à Mental Health and Physical Activity, octobre 2023
Manuscript number: MENPA-D-23-00390

Contribution :

Mathieu Bélanger (MB) a originalement conçu l'étude MATCH. Jean-François Clément (JFC) a mené toutes les étapes de ce projet en lien avec le développement des objectifs, les analyses et la préparation du manuscrit sous la guidance de MB, Catherine Hudon (CH) et François Gallant (FG). A l'aide de FG, Corentin Montiel (CM), MB et Djamal Berbiche (DB), JFC a contribué aux stratégies d'analyse des données ainsi qu'à l'interprétation de celles-ci. Marie-Pierre Sylvestre (MPS), Teodora Riglea (TR), CM, Jennifer O'Loughlin (JOL) et Isabelle Doré (ID) ont participé à l'interprétation des résultats et la révision du manuscrit. Tous les auteurs ont accepté l'intégration de ce manuscrit dans le présent mémoire.

Résumé :

Problématique. La participation aux sports d'équipe durant l'adolescence est associée à une meilleure santé mentale une fois rendu à l'âge adulte. Nous avons exploré comment la participation aux sports d'équipe durant l'adolescence pourrait avoir influencé les jeunes adultes émergents à utiliser l'activité physique comme stratégie d'adaptation durant la pandémie de COVID-19 afin de protéger leur santé mentale positive.

Méthode. Les participants de l'étude MATCH ont rapporté leur implication dans les sports d'équipe dès l'âge de 11 ans et ce, jusqu'à 18 ans. À l'âge de 20 ans et en plein contexte pandémique, ils ont ensuite rapporté leur niveau de santé mentale positive et leurs stratégies afin de s'adapter aux stresseurs reliés à la pandémie. Des analyses de médiation ont été utilisées afin d'estimer l'effet naturel direct du nombre d'années de participation aux sports d'équipe durant l'adolescence sur la santé mentale positive des jeunes adultes émergents confrontés à la pandémie. L'effet naturel indirect à travers l'utilisation de l'activité physique comme stratégie d'adaptation a également été estimé.

Résultats. Les données de 454 participants ont été utilisées. L'activité physique était la stratégie d'adaptation la plus utilisée chez les jeunes adultes émergents (51.5%). Un nombre plus élevé d'années de participation aux sports d'équipe durant l'adolescence est associée à un risque augmenté d'utiliser l'activité physique comme stratégie d'adaptation une fois jeune adulte. (OR [95% CI] = 1.014 [1.007; 1.020]) et à un niveau plus élevé de santé mentale positive (β [95% CI] = 0.059 [0.016; 0.102]). L'effet naturel indirect (NIE) suggère que l'utilisation de l'activité physique comme stratégie d'adaptation explique partiellement l'association entre la participation aux sports d'équipe durant l'adolescence et la santé mentale positive du jeune adulte émergent (NIE [95% CI] = 0.046 [0.004;0.088]).

Conclusion. Une plus grande participation aux sports d'équipe durant l'adolescence est donc associée à une meilleure santé mentale positive du jeune adulte émergent. Cette association peut en partie s'expliquer par l'utilisation de l'activité physique comme stratégie d'adaptation afin de faire face aux stresseurs de la pandémie.

Mots clés : activité physique, santé mentale positive, stratégie d'adaptation, COVID-19

ABSTRACT

Purpose. Adolescent team sport participation is positively associated with adult mental health. We explored how team sport participation during adolescence may have prepared emerging adults to use physical activity as a coping strategy during the COVID-19 pandemic and therefore protect their mental health.

Methods. MATCH study participants reported their involvement in team sports from age 11 to 18. At age 20, in the context of the COVID-19 pandemic, they reported their level of positive mental health and strategies to cope with pandemic-related stress. Mediation analyses were used to estimate the natural direct effect of number of years of team sport participation during adolescence on emerging adults' mental health, and the natural indirect effect through using physical activity as a coping strategy.

Results. Data from 454 participants were available. Physical activity was the most prevalent coping strategy reported (51.5%). More years of team sport participation during adolescence was associated with higher odds of reporting physical activity as a coping strategy (OR [95% CI] = 1.014 [1.007; 1.020]) and with higher level of mental health during emerging adulthood (β [95% CI] = 0.059 [0.016; 0.102]). The natural indirect effect suggests that the use of physical activity as a coping strategy partially explained the association between team sport participation in adolescence and mental health in emerging adulthood (NIE [95% CI] = 0.046 [0.004;0.088]).

Discussion. More team sports participation during adolescence is associated with better mental health during emerging adulthood. This association may operate through the use of physical activity to cope with stress.

Keywords: team sport participation, COVID-19 pandemic, coping strategies, physical activity, positive mental health

1- INTRODUCTION

Emerging adulthood, a period lasting from age 18 to 29 years (J.J. Arnett, 2014), marks the transition from adolescence to adulthood. This period is associated with important changes in life roles while cognitive skills, including decision making and self-regulation, continue to develop (Sheffler, Rodriguez, Cheung, & Wu, 2022). During emerging adulthood, individuals face numerous sources of stress including leaving their parents' home, pursuing post-secondary education, entering the labour market and experiencing variations in social and romantic relationships (Bonnie, Stroud, & Breiner, 2015). As such, this period of identity exploration and instability can be challenging for mental health (J. J. Arnett, Zukauskiene, & Sugimura, 2014). Specifically, over 40% of people aged 18-29 years experience a psychiatric disorder, which can include anxiety disorders, mood disorders, and substance misuse (J. J. Arnett et al., 2014). Mental disorders are known to decrease in prevalence as positive mental health increases (Keyes, 2006; Keyes et al., 2012) which supports calls to protect and promote positive mental health among youth. Historically, mental health has been viewed as the absence of mental disorder, despite conceptions that health consists of well-being and not merely the absence of illness (Keyes et al., 2012). The concept of positive mental health therefore refers to a state of emotional, psychological, and social well-being allowing individuals to enjoy life and deal with its challenges (Keyes, 2006).

Physical activity (PA) is an important and modifiable determinant of positive mental health. Team sport participation is the type of physical activity most consistently linked with positive effects on mental health (Brunet et al., 2013; Dore et al., 2016; Sabiston et al., 2016) and these effects may be sustained over time since longitudinal studies report that team sport participation during adolescence protected against the development of depressive symptoms during emerging adulthood (Brunet et al., 2013; Murray et al., 2021; Sabiston et al., 2016). Potential mechanisms through which adolescent team sport participation could influence future mental health include: development of a strong social network that provides supports and structure (Eime, Young, Harvey, Charity, & Payne, 2013), development of resilience and work ethic (Bartko, 2003), better self-esteem (M. H. Andersen, Ottesen, & Thing, 2019) and increased sense of social acceptance (Boone, 2006). Moreover, according to the positive youth development theory, adolescents acquire more confidence, competence, character caring, and connectedness through sports by developing relationships with others and a sense of engagement (Agans, Vest Ettekal, Erickson, & Lerner, 2016). It is possible that the development of these health competences through team sports also leads to a predisposition to turning to PA as a coping mechanism (Carl, Sudeck, & Pfeifer, 2020).

Coping refers to an individual's cognitive and behavioral ability to manage internal and external stressors (Lazarus & Folkman, 1984). After making appraisals concerning their ability to react to stressors, individuals initiate coping strategies to manage emotions or attempt to address the stressors themselves directly. Pandemics and other large-scale emergencies represent such stressors. Beyond having infected over two-thirds of the world's population, the COVID-19 virus has had major impact on the psychological well-being of most people on the planet ("Institute for health metrics and evaluation : Covid-19 results briefing - global (2022),"). As mentioned above, emerging adulthood is a critical life stage which involves undertaking new socioeconomic roles and developing independence. Additional disruptions of the daily routine, academic, professional, and social life during the pandemic generated negative psychological impacts among emerging adults (Silva Junior et al., 2020). A study from seven countries suggests that fear of the COVID-19 virus and associated lockdown measures led to higher stress, depression, and anxiety levels in over half of adults (Passavanti et al., 2021). In addition, symptoms of psychological distress during the pandemic were higher among emerging adults than in other age groups and these symptoms increased the most in this age group compared to pre-pandemic levels (Pierce et al., 2020).

The potential of PA to help prevent declines in mental health is already well-established. In the context of the pandemic, regular PA was associated with fewer depressive and anxiety symptoms (Wolf et al., 2021). Moreover, PA was one of the most common coping strategies during the COVID-19 lockdown periods (Shechter et al., 2020), although its perceived effectiveness as a coping strategy has not been reported. In this study, we aimed to describe the frequency and perceived usefulness of using PA as a coping strategy during the first year of the COVID-19 pandemic among emerging adults. Most importantly, we also aimed to assess whether the relationship between team sport participation during adolescence and positive mental health in emerging adulthood is mediated by the use of PA as a coping strategy during a stressful period (first year of the COVID-19 pandemic). We hypothesized that adolescent team sport participation is positively related to positive mental health scores among emerging adults and that this relationship is partly explained by the use of PA as a coping strategy.

2- METHODS

2.1 Participants

We used data from the Monitoring Activities of Teenagers to Comprehend their Habits (MATCH) study, an ongoing prospective study designed to improve understanding of physical activity behaviors from childhood to emerging adulthood. Methodological details are reported elsewhere (Belanger et al., 2013). Briefly, students in grades 5 or 6 (age 10.3 ± 0.6 years on average) were recruited from 17 English or French elementary schools in 2011 in the province of New Brunswick, Canada. In the first year of data collection, 806 participants completed baseline questionnaires. Other students could join the study after the first year; a total of 929 children (55% female) took part in at least one survey cycle. Participants were invited to complete three questionnaires per school year from 2011 to 2018 (up to 24 data collection cycles). After graduating from high school, data were collected in three annual survey cycles (2020/21; 2021/22; 2022/23). The current analyses were restricted to participants with data in cycle 25 (collected between December 2020 and May 2021), which coincided with the strictest period of COVID-19-related lockdown as documented by the highest recordings of COVID-19 stringency index of containment restrictions for the province of New Brunswick in this period. All participants provided written informed assent and parents provided written informed consent. Ethics approval was obtained from the Université de Sherbrooke ethics committee (11–025).

2.2 Measures

Team sport participation during adolescence. At each of the 24 cycles between 2011 and 2018, participants reported free-time (i.e., outside gym class) participation in 36 physical activities during the past 4 months using a checklist. Participants were asked about frequency of participation in each activity (i.e., never, once a month or less, two to three times per month, once a week, two to three times per week, three to four times per week, almost ever day) and with whom they most frequently participated (i.e., alone, with friends, with parents/siblings, with an organized group/team). We categorized participants as team sport participants in a given year if they reported taking part in ice hockey, street/ball hockey, ringette, soccer, baseball/softball, basketball, Canadian football, volleyball, dance, handball, games (chase/tag/hide and seek), or ball games (dodgeball/kickball) at least once per week with 'an organized group/team' in at least one of the three survey cycles for that year. We then computed the proportion of number of years reporting team sport participation over the number of years participated in the eight years of follow-up during adolescence.

Positive mental health during emerging adulthood. We assessed positive mental health over the past month using the Mental Health Continuum-Short Form (MHC-SF). The MHC-SF comprises 14

items assessing emotional well-being (3 items), social well-being (5 items) and psychological well-being (6 items) (Keyes, 2005). Responses were scored on a 6-point Likert scale (0–5): *never, rarely, a few times, often, most of the time, all the time.* The total MHC-SF score (range 0-70) was used to provide an assessment of global mental health (Dore, O'Loughlin, Sabiston, & Fournier, 2017) where higher scores indicate better mental health (Dore et al., 2022). The sex-invariance of the MHC-SF has been demonstrated and the MHC-SF displays good internal consistency ($\alpha = 0.97$) (Dore et al., 2017; Lamers, 2011). The data from this questionnaire represent the global mental health of the participants during the past month and were obtained at cycle 25, between December 2020 and May 2021, when containment restrictions were the most stringent for the province of New Brunswick ("Bank of canada. Covid-19 stringency index,").

Coping strategies. At cycle 25, we assessed coping strategies used during the pandemic with the following prompt: *"People cope with stressful situations in different ways. Please read the list below and (i) choose the top 3 ways you cope with stress during the COVID-19 pandemic; (ii) rank the top 3 as #1, #2, and #3 in order of how frequently you use these strategies to cope".* The question was followed by a comprehensive list of coping strategies (see Supplementary Data -Table S1). After identifying the top 3 coping strategies, participants were then asked, *"For each of the 3, indicate whether it helps you a lot, a little, or not at all".* We considered participants to use a given coping strategy during the COVID-19 pandemic if they ranked it among their top 3. We computed the proportion (%) of participants that reported each coping strategy as one of the top three that they used to cope with stress during the COVID-19 pandemic and, for each of the top three, the proportion that identified that the strategy "helped a lot".

Covariates. We identified potential confounders of the association between team sport participation, use of PA as a coping strategy and positive mental health using Directed Acyclic Graphs (DAGs) (Complete DAG presented in Supplementary Data-Figure S1). The recommended minimal adjustment set included: gender, mothers' education, familial neighborhood income during adolescence and age at puberty. Neighborhood income was determined by matching the six-digit postal codes reported by participants with the 2011 mean income of persons ≥ 15 years in their neighborhood, using a method proposed in the National Household Survey census data (Statistics Canada, 2011). The averaged neighborhood income of each participant was then calculated from cycle 1 to 24. Mother education status was categorized as "high school or less", "post-secondary education" or "I don't know". Puberty status was measured using the Pubertal Development Scale, a self-report scale with acceptable psychometric properties (Shirtcliff, Dahl, & Pollak, 2009). The

chronological age of participants at the survey cycles when they reported being in the “Late Puberty” stage for the first time was used to represent age at which they attained puberty (Carskadon & Acebo, 1993).

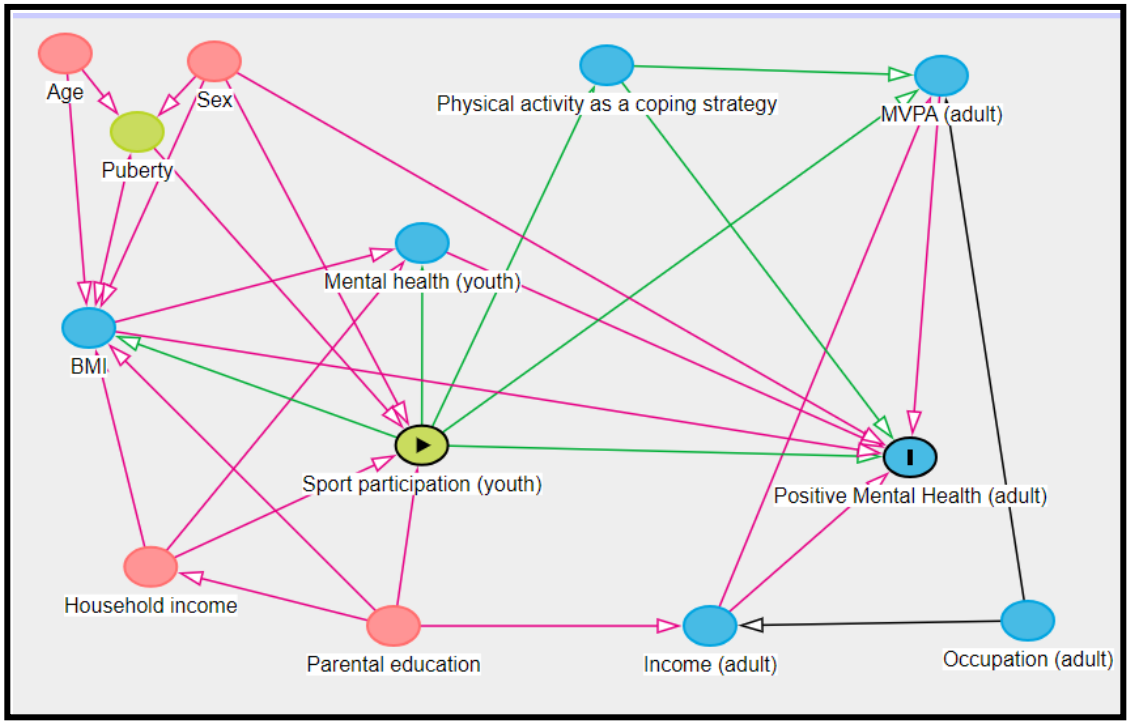
Table SI. Full comprehensive list of coping strategies used during the COVID-19 pandemic for the MATCH study.

	Top 3	Did this help you ……. A lot	A little	Not at all
I am physically active		1☐	2☐	3☐
I *exergame* (active video games) using a cell phone/mobile APP/console/tablet		1☐	2☐	3☐
I eat a healthy diet		1☐	2☐	3☐
I sleep well		1☐	2☐	3☐
I practice mindfulness meditation		1☐	2☐	3☐
I keep a daily routine		1☐	2☐	3☐
I wash my hands frequently		1☐	2☐	3☐
I drink alcohol daily or almost daily		1☐	2☐	3☐
I binge drink (5 or more alcoholic beverages on one occasion)		1☐	2☐	3☐
I smoke regular cigarettes		1☐	2☐	3☐
I smoke e-cigarettes		1☐	2☐	3☐
I use cannabis		1☐	2☐	3☐
I consult a mental health professional		1☐	2☐	3☐
I consult my health care provider using the phone, text/email, or videoconferencing		1☐	2☐	3☐
I check the news frequently		1☐	2☐	3☐
I use social media		1☐	2☐	3☐
I have a good social support system		1☐	2☐	3☐
I meet with friends and family using online applications (Skype, Messenger, Discord, Zoom)		1☐	2☐	3☐
I read books		1☐	2☐	3☐
I play board games or video games		1☐	2☐	3☐
I watch movies and TV shows		1☐	2☐	3☐
I spend a lot of time outdoors		1☐	2☐	3☐
I eat dinner with my family		1☐	2☐	3☐
Other (specify)		1☐	2☐	3☐
Other (specify)		1☐	2☐	3☐
Other (specify)		1☐	2☐	3☐

MATCH = Monitoring Activities of Teenagers to Comprehend their Habits

Figure S1. (A) Complete Directed Acyclic Graph (DAG) of the hypothesized associations using DAGitty Software and (B) the codification associated to the causal diagram

A) Complete DAG



B) Codification of the causal diagram

```
dag {
"Household income" [pos="-2.019,0.772"]
"Income (adult)" [pos="0.243,0.986"]
"MVPA (adult)" [pos="0.484,-0.992"]
"Mental health (youth)" [pos="-1.433,-0.934"]
"Occupation (adult)" [pos="0.779,0.986"]
"Parental education" [pos="-1.601,1.054"]
"Physical activity as a coping strategy" [pos="-0.526,-1.075"]
"Positive Mental Health (adult)" [outcome,pos="1.123,0.228"]
"Sport participation (youth)" [exposure,pos="-1.104,0.233"]
Age [pos="-2.286,-1.084"]
BMI [pos="-2.061,-0.282"]
Puberty [pos="-2.067,-0.830"]
Sex [pos="-1.816,-1.303"]
"Household income" -> "Mental health (youth)"
"Household income" -> "Sport participation (youth)"
"Household income" -> BMI
"Income (adult)" -> "MVPA (adult)"
"Income (adult)" -> "Positive Mental Health (adult)"
```

"MVPA (adult)" -> "Positive Mental Health (adult)"
"Mental health (youth)" -> "Positive Mental Health (adult)"
"Occupation (adult)" -> "Income (adult)"
"Occupation (adult)" -> "MVPA (adult)"
"Parental education" -> "Household income"
"Parental education" -> "Income (adult)"
"Parental education" -> "Sport participation (youth)"
"Parental education" -> BMI
"Physical activity as a coping strategy" -> "MVPA (adult)"
"Physical activity as a coping strategy" -> "Positive Mental Health (adult)"
"Sport participation (youth)" -> "MVPA (adult)"
"Sport participation (youth)" -> "Mental health (youth)"
"Sport participation (youth)" -> "Physical activity as a coping strategy"
"Sport participation (youth)" -> "Positive Mental Health (adult)"
"Sport participation (youth)" -> BMI
Age -> BMI
Age -> Puberty
BMI -> "Mental health (youth)"
BMI -> "Positive Mental Health (adult)"
BMI <-> Puberty
Puberty -> "Sport participation (youth)"
Sex -> "Positive Mental Health (adult)"
Sex -> "Sport participation (youth)"
Sex -> BMI
Sex -> Puberty
}

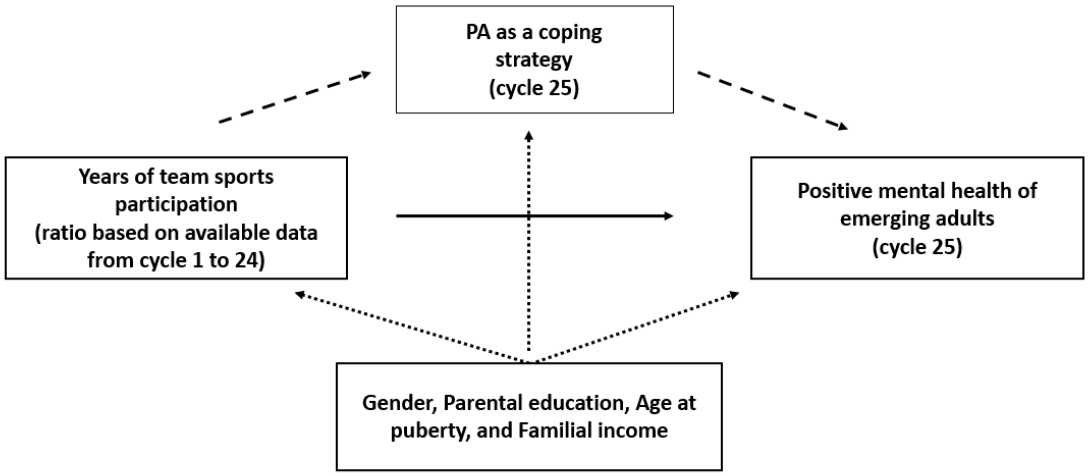
2.3 Statistical Analyses

We used descriptive statistics to assess distributions, identify outliers and compute proportions, means and standard deviations. To provide estimates of relationships among the three variables of interest, we used multivariable linear or logistic regression analyses to assess the association between: (i) team sport participation during adolescence and positive mental health during emerging adulthood, (ii) team sport participation during adolescence and using PA as a coping strategy and (iii) using PA as a coping strategy and positive mental health during emerging adulthood.

Mediation analyses based on counterfactual effects definitions were conducted, which permit decomposing the total effect (TE) into natural direct (NDE) and natural indirect effects (NIE) (Valente, Rijnhart, Smyth, Muniz, & MacKinnon, 2020). The NDE is equivalent to suppressing the effect of the mediator (use of PA as coping strategy) on the outcome (positive mental health during emerging adulthood), whereas the NIE is the equivalent of suppressing the effect of the exposure on the outcome. This method has the advantage of taking the interaction between the exposure (years of team sport during adolescence) and mediator (use of PA as a coping strategy) into account. The mediation analysis provides estimates of the total effect (i.e., combined estimated effect of years of team sport participation during adolescence and using PA as a coping strategy on positive mental health during emerging adulthood), the NIE (i.e., effect of years of team sport participation on positive mental health of emerging adults through using PA as a coping strategy) and NDE (i.e., effect of years of team sport participation on positive mental health with using PA as a coping strategy held constant). Mediation analyses imply a temporal sequence whereby the exposure precedes the mediator which precedes the outcome. In the present study, the exposure, assessed in cycles 1-24, precede the mediator, assessed in cycle 25. We believe that this condition is satisfied even if the mediator and outcome were assessed at the same survey cycle since the mediator referred to a coping strategy used during the pandemic (past year) and the outcome asked about mental health in the past month only. Mediation analyses based on the causal inference approach also rely on the assumption of no unmeasured confounding between years of team sport participation during adolescence and positive mental health during emerging adulthood, years of team sport participation during adolescence and using PA as a coping strategy, or between using PA as a coping strategy and positive mental health during emerging adulthood. Consequently, all confounders identified in the DAG were included in the mediation analysis (see the simplified DAG in Supplementary Data-Figure S2). Parameter estimates were obtained in parametric models that accommodate exposure-mediator interactions (Valeri & Vanderweele, 2013). Statistical analyses were performed with M*plus* (software version 5.21) using the Valeri and Vanderweele mediation macros (Valeri & Vanderweele, 2013), as

suggested by Valente and colleagues (Valente et al., 2020), which computes confidence intervals for the TE, NDE and NIE estimates using robust sandwich variance estimators.

Figure S2. Simplified DAG of the hypothesized associations.



The solid line represents the direct effect of years of team sport participation during adolescence on mental health of emerging adults during the first year of the COVID-19 pandemic. The dashed line represents the mediation effect of years of team sport participation during adolescence on mental health of emerging adults during the first year of the COVID-19 pandemic through physical activity adopted as a coping strategy. The dotted line represents potential cofounding variables. PA = Physical Activity

3- Results

Of 514 participants with data at cycle 25, 499 participants provided data on positive mental health, coping strategies, and team sport participation. Among them, 454 participants (66.3% female) also provided complete data for all covariates and were retained for the mediation analyses (**Table 1**).

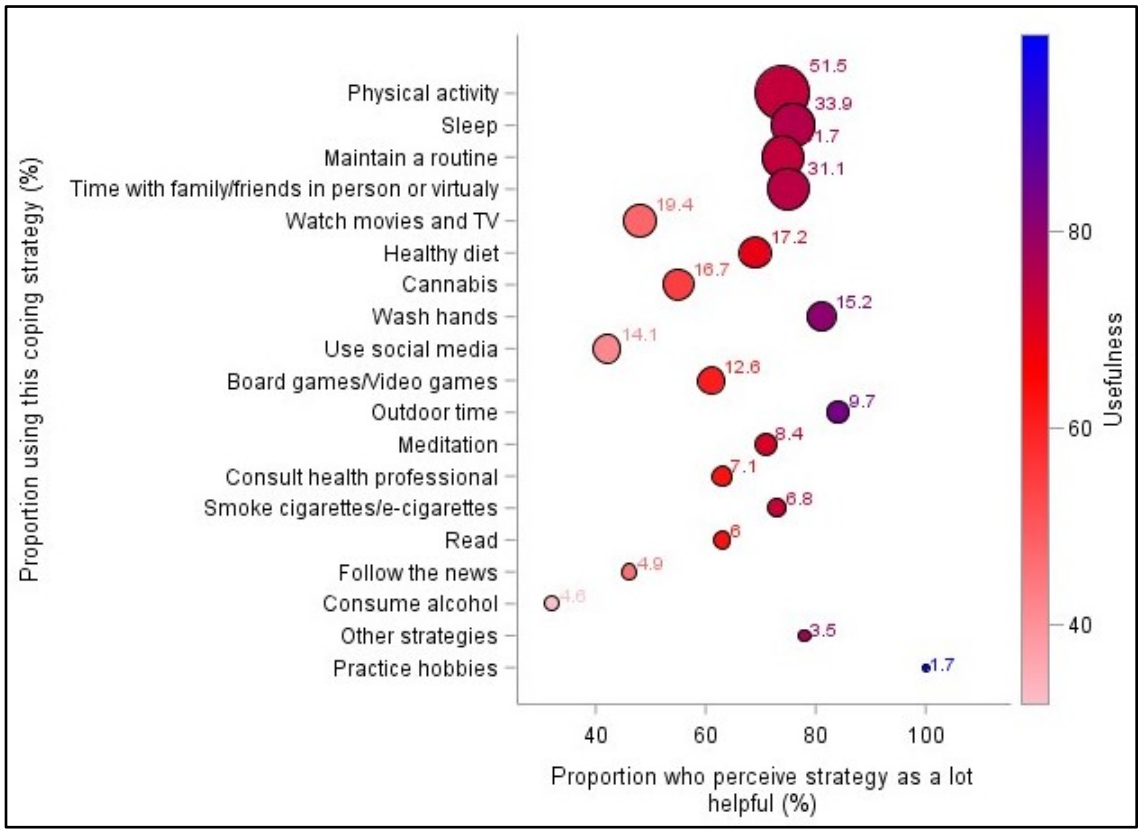
Table 1. Characteristics of participants retained for analysis (n = 454) from the MATCH study

Participants characteristics during adolescence (cycle 1-24)	
	n (%) or mean (SD)
Gender, n (%) Female Male Income, mean (SD)	 301 (66.3) 153 (33.7) 32200 (7587)
Age at Puberty (years), mean (SD)	12.9 (1.8)
Mother education, n (%) High school or less Post-secondary Don't know	 173 (38.1) 145 (31.9) 136 (30.0)
Years of team sport participation during 8 years of follow-up, n (%) 0-24% 25-49% 50-74% 75-100%	 34 (7.5) 79 (17.4) 97 (21.4) 244 (53.7)
Characteristics of participants at emerging adulthood (cycle 25)	
	n (%) or mean (SD)
Age (years), mean (SD)	20 (0.6)
Positive Mental Health, mean (SD)	41 (14)
Physical Activity as a coping strategy during COVID=19 pandemic, n (%)	234 (51.5)

MATCH = Monitoring Activities of Teenagers to Comprehend their Habits; SD = standard deviation

At cycle 25, participants were age 20 (SD = 0.6) years on average and scored 41 (SD = 14) on the MHC-SF. Taking part in PA was the most frequently reported coping strategy used by participants during the first year of COVID-19 pandemic (51.5%, see **Figure 1**). Among participants who reported PA as one of their top three coping strategies, 74% perceived it "helps a lot". More young men reported PA as a coping strategy during the pandemic than young women (61% vs 47%, respectively) **(Table 2**).

Figure 1. Coping strategies used during the first year of the COVID-19 pandemic according to the relative frequency they were identified as a top three strategy (size of bubble) and how frequent they were rated as helpful (color of bubble) among participants of the MATCH study (n=454).



MATCH = Monitoring Activities of Teenagers to Comprehend their Habits

Table 2. Top three coping strategies and their perceived usefulness during the first year of the COVID-19 pandemic according to gender (MATCH study; n=454; 2020-21).

	MATCH STUDY (n=454)			
	Top three ways to cope		**strategy helped them a lot**	
	Gender		Gender	
Coping strategy	Women (n=301) %	Men (n=153) %	Women (n=301) %	Men (n=153) %
I am physically active, or I exergame (active video games)	46.5	61.4	77.1	69.2
I sleep well	31.2	39.2	75.3	76.7
I keep a daily routine	36.2	22.9	75.9	68.6
I spend time with my family & friends, either in person or virtually	38.2	17.0	75.7	73.1
I watch movies and TV shows	19.9	18.3	45.0	53.6
I eat a healthy diet	16.3	19.0	69.4	69.0
I use cannabis	14.3	12.4	46.5	66.7
I wash my hands frequently	17.3	11.1	82.4	76.5
I use social media	15.0	12.4	44.4	36.8
I play board games or video games	4.7	28.1	42.9	67.4
I spend a lot of time outdoors	11.3	6.5	79.4	100
I practice mindfulness meditation	9.0	7.2	74.1	63.6
I consult a health professional	10.6	0	59.4	0
I smoke cigarettes or e-cigarettes	5.3	9.8	81.3	62.5
I read books	7.3	3.3	59.1	80.0
I check the news frequently	5.3	3.9	43.8	50.0
I drink alcohol	3.3	7.2	10.0	30.7
I practice hobbies	2	0	87	0
Other strategies	1	0	100	0

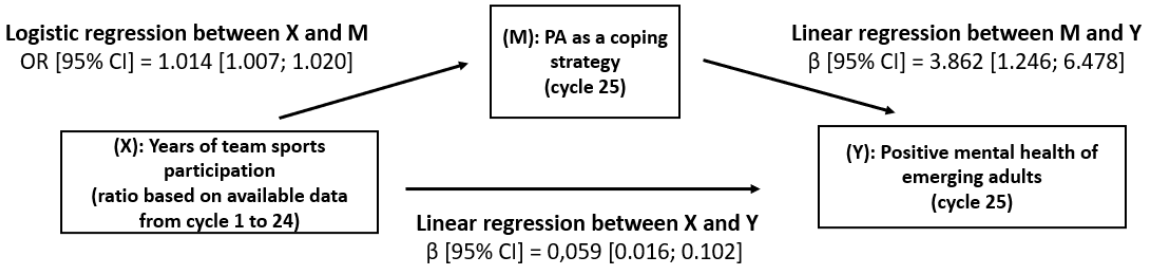
MATCH = Monitoring Activities of Teenagers to Comprehend their Habits

In preliminary analyses (**Figure 2A**), a higher number of years of team sport participation during adolescence was positively associated with mental health during emerging adulthood (β [95% CI] = 0.059 [0.016;0.102]) and with greater odds of using PA as a coping strategy (OR [95% CI] = 1.014 [1.007;1.020]). Specifically, this suggest that a 10% increase of team sport participation during adolescence is associated with an average increase of 0.6 units in the mental health score of emerging adults and with 15% more chance of using PA as coping strategy, respectively. Using physical activity as a coping strategy was also positively associated with the mental health of emerging adults (β [95% CI] = 3.862 [1.246;6.478]). Thus, a higher mental health score of 3.86 on the MHC-SF was observed among young adults having used AP as coping strategy.

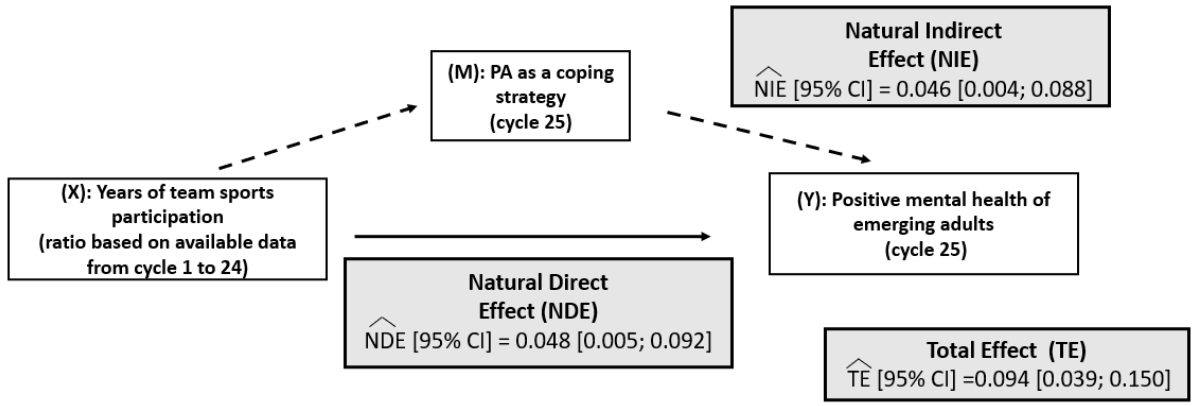
The mediation model accounting for a potential interaction between years of team sport during adolescence and use of PA as a coping strategy indicated that this interaction was not significant, and its inclusion did not affect other estimates in the model. Therefore, a simplified model excluding the interaction term is presented in the interest of parsimony. In the mediation analysis (**Figure 2B**), the TE estimated also suggests that team sport participation during adolescence is positively associated with mental health in emerging adulthood (TE [95% CI] = 0.094 [0.039;0.150]). In this model, the NDE suggests that a 10% increase of team sport participation during adolescence is associated with an average increase of 0.5 units in the mental health score (NDE [95% CI] = 0.048 [0.005;0.092]). The NIE indicates that the positive association between years of team sport participations during adolescence and positive mental health in emerging adulthood might be partially explained by an uptake of physical activity as coping strategy when facing stress (NIE [95% CI] = 0.046 [0.004;0.088]). The mediated portion of this association is estimated to be about 49%.

Figure 2. **A)** Odds ratios (OR) and linear regression coefficients (β) with 95% confidence interval from three distinct regression models testing three hypothesized associations and **B)** Mediation analysis estimating the total (TE), direct (NDE) and indirect effects (NIE) of years of team sport participation during adolescence and physical activity as a coping strategy on positive mental health among emerging adults in the MATCH study.

A)



B)



The linear regressions, logistic regression and mediation analysis included adjustments for gender, familial income, mother education, and age at puberty. In figure B, the solid line represents the direct effect of years of team sport participation during adolescence (**X**) on positive mental health of emerging adults (**Y**) during the first year of the COVID-19 pandemic. The dashed lines represent the mediation effect of using physical activity as a coping strategy (**M**) between number of years of team sport participation during adolescence (**X**) and positive mental health in emerging adulthood (**Y**). MATCH = Monitoring Activities of Teenagers to Comprehend their Habits; PA = Physical Activity.

4-DISCUSSION

In the present study, we found that more years of team sport participation during adolescence positively influences mental health during the transition to adulthood. In the context of uncertainty related to the COVID-19 pandemic, this effect was partly mediated by the use of PA as a coping strategy to overcome stress. We also found that PA was the most popular strategy used among emerging adults to cope with stress during the pandemic.

Consistent with our findings, previous research documented a positive association between team sport participation during adolescence and mental health during adulthood, but mechanisms remained to be clarified (Brunet et al., 2013; Murray et al., 2021; Sabiston et al., 2016). Our study is the first to indicate that years of team sport participation during adolescence positively influences the choice of PA as a coping strategy during a stressful period which can act as an underpinning mechanism to explain the association between adolescent team sport participation and later mental health. Herein, about half of this relationship was explained by the use of physical activity as coping strategy.

As demonstrated by Zuckerman and colleagues, positives impacts of team sport participation among youth include better quality of life, increased self-esteem, increased social support, increased emotional self-efficacy, a better self-image, less psychological distress and better commitment to sport (Zuckerman et al., 2021). Thus, participation in team sports during adolescence may have helped cultivate self-efficacy and attitudes that help support mental health during young adulthood through a strong level of self-regulation, which provides the motivational and volitional basis for the regular planning and execution of PA (Carl et al., 2020). It is possible that individuals who developed a strong sense of self-efficacy and self-regulation through team sports during adolescence had better abilities to overcome barriers to PA (e.g., curfew, closed facilities) and a better capacity to use PA as a strategy to cope with negative feelings that arose with sudden adaptions required during the pandemic (Wolf et al., 2021). This aligns with the suggestion that abilities required for advanced adult-like self-regulation emerge, for the most part, in adolescence (McClelland et al., 2018) and also that, under stress, habitually active individuals have a higher likelihood of increasing or maintaining their level of PA compared to those who have not integrated exercise into their daily routine (Lesser & Nienhuis, 2020).

Also, consistent with other studies (Faulkner, 2020; Ferguson et al., 2021), PA was the most common strategy used to cope with stress during the COVID-19 pandemic. This aligns with research suggesting that physical activity during the pandemic is associated with fewer symptoms of anxiety and depression (Wolf et al., 2021). More importantly, we demonstrated that using PA as coping strategy was perceived as being helpful. This corroborates the finding that using PA to cope with the COVID-19 pandemic was associated with higher levels of positive mental health. Thus, engaging in PA may be a viable strategy to cope with the impact of pandemics and other potentially stressful situations.

Our results may inform the design of interventions to promote better mental health among emerging adults. They support recommendations that team sport participation during adolescence should be facilitated because of its positive relationship with mental health in emerging adulthood. Moreover, our findings suggest that team sport participation also helps adolescents build competencies enabling them to use PA to cope during stressful situations later in life. Although we did not verify if this latter association was specific to team sport participation, previous studies suggest that adult mental health is not as heavily influenced by adolescent participation in individual sports (Sabiston et al., 2016) or by overall moderate-to vigorous activity (MVPA) (Brunet et al., 2013).

Strengths of this study include the used of prospective methods, the sufficiently large sample size and availability of data from more than ten years of follow-up. We also used a global measure of positive mental health (i.e., that included emotional, psychological, and social dimensions of well-being). Furthermore, the use of mediation analyses based on counterfactual definitions provided estimates, which allow causal interpretation (VanderWeele & Vansteelandt, 2009). Limitations include that our measure of team sport participation is subject to misclassification error. Specifically, it is possible that we missed some team sports or that we overestimated team sport participation. Moreover, there is a possibility that participants' self reports of physical activity as a top coping strategy was influenced by social desirability. Also, it is possible that loss-to-follow-up reduced the generalizability of results. Finally, we made the assumption that the COVID-19 pandemic represented a stressful period.

More years of team sport participation during adolescence is associated with a better mental health during emerging adulthood. This relationship could be partly attributable to the use of PA as a coping strategy. This calls for the promotion of team sport participation during adolescence as well as for the use of PA as an effective coping strategy during periods of stress.

REFERENCES

Agans, J. P., Vest Ettekal, A., Erickson, K., & Lerner, R. M. (2016). Positive youth development through sport: A relational developmental systems approach. *Positive youth development through sport*, 34-44.

Andersen, M. H., Ottesen, L., & Thing, L. F. (2019). The social and psychological health outcomes of team sport participation in adults: An integrative review of research. *Scand J Public Health, 47*, 832-850.

Arnett, J. J. (2014). *Emerging adulthood: the winding road from the late teens through the twenties* (2nd ed.). New York: Oxford University Press.

Arnett, J. J., Zukauskiene, R., & Sugimura, K. (2014). The new life stage of emerging adulthood at ages 18-29 years: implications for mental health. *Lancet Psychiatry, 1*, 569-576.

Bank of Canada. COVID-19 stringency index. In. https://www.bankofcanada.ca/markets/market-operations-liquidity-provision/covid-19-actions-support-economy-financial-system/covid-19-stringency-index/.

Bartko, W. T. E., J.S. (2003). Adolescent participation in structured and unstructured activities: a person-oriented analysis. *Journal of Youth Adolescence, 32*, 233-241.

Belanger, M., Caissie, I., Beauchamp, J., O'Loughlin, J., Sabiston, C., & Mancuso, M. (2013). Monitoring activities of teenagers to comprehend their habits: study protocol for a mixed-methods cohort study. *BMC Public Health, 13*, 649.

Bonnie, R. J., Stroud, C., & Breiner, H. (2015). *Young adults in the 21st century*. The National Academies Press, Washington (DC).

Boone, E. L., B. . (2006). Game on: Diminishing the risks of depressive symptoms in early adolescence through positive involvement in team sports. *Journal of Research Adolescence, 16*, 79-90.

Brunet, J., Sabiston, C. M., Chaiton, M., Barnett, T. A., O'Loughlin, E., Low, N. C., & O'Loughlin, J. L. (2013). The association between past and current physical activity and depressive symptoms in young adults: a 10-year prospective study. *Ann Epidemiol, 23*, 25-30.

Carl, J., Sudeck, G., & Pfeifer, K. (2020). Competencies for a Healthy Physically Active Lifestyle-Reflections on the Model of Physical Activity-Related Health Competence. *J Phys Act Health, 17*, 688-697.

Carskadon, M. A., & Acebo, C. (1993). A self-administered rating scale for pubertal development. *J Adolesc Health, 14*, 190-195.

Dore, I., O'Loughlin, J. L., Beauchamp, G., Martineau, M., & Fournier, L. (2016). Volume and social context of physical activity in association with mental health, anxiety and depression among youth. *Prev Med, 91*, 344-350.

Dore, I., O'Loughlin, J. L., Sabiston, C. M., & Fournier, L. (2017). Psychometric Evaluation of the Mental Health Continuum-Short Form in French Canadian Young Adults. *Can J Psychiatry, 62*, 286-294.

Dore, I., Thibault, V., Sylvestre, M. P., Sabiston, C. M., O'Loughlin, J. L., Abi Nader, P., Romain, A. J., Brunet, J., & Belanger, M. (2022). Physical activity motives have a direct effect on mental health. *Scand J Med Sci Sports, 32*, 1258-1267.

Eime, R. M., Young, J. A., Harvey, J. T., Charity, M. J., & Payne, W. R. (2013). A systematic review of the psychological and social benefits of participation in sport for children and adolescents: informing development of a conceptual model of health through sport. *Int J Behav Nutr Phys Act, 10*, 98.

Faulkner, G. R., R.E.; Vanderloo, L.M.; Chulak-Bozer, T.; O'Reilly, N.; Ferguson, L.; Spence, J.C. (2020). Physical activity as a coping strategy for mental health due to the COVID-19 virus: A potential disconnect among Canadian adults? Front Commun. *24*.

Ferguson, K. N., Coen, S. E., Tobin, D., Martin, G., Seabrook, J. A., & Gilliland, J. A. (2021). The mental well-being and coping strategies of Canadian adolescents during the COVID-19 pandemic: a qualitative, cross-sectional study. *CMAJ Open, 9*, E1013-E1020.

Institute for Health Metrics and Evaluation : COVID-19 Results Briefing - Global (2022). In. https://www.healthdata.org/sites/default/files/files/Projects/COVID/2022/1_briefing_Global_8.pdf.

Keyes, C. L. (2005). Mental illness and/or mental health? Investigating axioms of the complete state model of health. *J Consult Clin Psychol, 73*, 539-548.

Keyes, C. L. (2006). Mental health in adolescence: is America's youth flourishing? *Am J Orthopsychiatry, 76*, 395-402.

Keyes, C. L., Eisenberg, D., Perry, G. S., Dube, S. R., Kroenke, K., & Dhingra, S. S. (2012). The relationship of level of positive mental health with current mental disorders in predicting suicidal behavior and academic impairment in college students. *J Am Coll Health, 60*, 126-133.

Lamers, S. M. W., G. J; Bohlmeijer, E. T.; ten Klooster, P. M.; Keyes, C. L. (2011). Evaluating the psychometric properties of the Mental Health Continuum-Short Form (MHC-SF). *J Clin Psychol, 67*, 99-110.

Lazarus RS, F. S. (1984). *Stress, Appraisal, and Coping*. New York: NY: Springer Publishing.

Lesser, I. A., & Nienhuis, C. P. (2020). The Impact of COVID-19 on Physical Activity Behavior and Well-Being of Canadians. *Int J Environ Res Public Health, 17*.

McClelland, M., Geldhof, J., Morrison, F., Gestsdottir, S., Cameron, C., Bowers, E., Duckworth, A., Little, T., & Grammer, J. (2018). Self-Regulation. In N. Halfon (Ed.), *Handbook of Life Course health Development*.

Murray, R. M., Sabiston, C. M., Dore, I., Belanger, M., & O'Loughlin, J. L. (2021). Association between pattern of team sport participation from adolescence to young adulthood and mental health. *Scand J Med Sci Sports, 31*, 1481-1488.

Passavanti, M., Argentieri, A., Barbieri, D. M., Lou, B., Wijayaratna, K., Foroutan Mirhosseini, A. S., Wang, F., Naseri, S., Qamhia, I., Tangeras, M., Pelliciari, M., & Ho, C. H. (2021). The psychological impact of COVID-19 and restrictive measures in the world. *J Affect Disord, 283*, 36-51.

Pierce, M., Hope, H., Ford, T., Hatch, S., Hotopf, M., John, A., Kontopantelis, E., Webb, R., Wessely, S., McManus, S., & Abel, K. M. (2020). Mental health before and during the COVID-19 pandemic: a longitudinal probability sample survey of the UK population. *Lancet Psychiatry, 7*, 883-892.

Sabiston, C. M., Jewett, R., Ashdown-Franks, G., Belanger, M., Brunet, J., O'Loughlin, E., & O'Loughlin, J. (2016). Number of Years of Team and Individual Sport Participation During Adolescence and Depressive Symptoms in Early Adulthood. *J Sport Exerc Psychol, 38*, 105-110.

Shechter, A., Diaz, F., Moise, N., Anstey, D. E., Ye, S., Agarwal, S., Birk, J. L., Brodie, D., Cannone, D. E., Chang, B., Claassen, J., Cornelius, T., Derby, L., Dong, M., Givens, R. C., Hochman, B., Homma, S., Kronish, I. M., Lee, S. A. J., Manzano, W., Mayer, L. E. S., McMurry, C. L., Moitra, V., Pham, P., Rabbani, L., Rivera, R. R., Schwartz, A., Schwartz, J. E., Shapiro, P. A., Shaw, K., Sullivan, A. M., Vose, C., Wasson, L., Edmondson, D., & Abdalla, M. (2020). Psychological distress, coping behaviors, and preferences for support among New York healthcare workers during the COVID-19 pandemic. *Gen Hosp Psychiatry, 66*, 1-8.

Sheffler, P., Rodriguez, T. M., Cheung, C. S., & Wu, R. (2022). Cognitive and metacognitive, motivational, and resource considerations for learning new skills across the lifespan. *Wiley Interdiscip Rev Cogn Sci, 13*, e1585.

Shirtcliff, E. A., Dahl, R. E., & Pollak, S. D. (2009). Pubertal development: correspondence between hormonal and physical development. *Child Dev, 80*, 327-337.

Silva Junior, F., Sales, J., Monteiro, C. F. S., Costa, A. P. C., Campos, L. R. B., Miranda, P. I. G., Monteiro, T. A. S., Lima, R. A. G., & Lopes-Junior, L. C. (2020). Impact of COVID-19 pandemic on mental health of young people and adults: a systematic review protocol of observational studies. *BMJ Open, 10*, e039426.

Statistics Canada. (2011). National Household Survey (NHS). In. https://www12.statcan.gc.ca/nhs-enm/2011/dp-pd/prof/index.cfm?Lang=E.

Valente, M. J., Rijnhart, J. J. M., Smyth, H. L., Muniz, F. B., & MacKinnon, D. P. (2020). Causal Mediation Programs in R, Mplus, SAS, SPSS, and Stata. *Struct Equ Modeling, 27*, 975-984.

Valeri, L., & Vanderweele, T. J. (2013). Mediation analysis allowing for exposure-mediator interactions and causal interpretation: theoretical assumptions and implementation with SAS and SPSS macros. *Psychol Methods, 18*, 137-150.

VanderWeele, T. J., & Vansteelandt, S. (2009). Conceptual issues concerning mediation, intreventions and composition. *Stat Interface, 2*, 457-468.

Wolf, S., Seiffer, B., Zeibig, J. M., Welkerling, J., Brokmeier, L., Atrott, B., Ehring, T., & Schuch, F. B. (2021). Is Physical Activity Associated with Less Depression and Anxiety During the COVID-19 Pandemic? A Rapid Systematic Review. *Sports Med, 51*, 1771-1783.

Zuckerman, S. L., Tang, A. R., Richard, K. E., Grisham, C. J., Kuhn, A. W., Bonfield, C. M., & Yengo-Kahn, A. M. (2021). The behavioral, psychological, and social impacts of team sports: a systematic review and meta-analysis. *Phys Sportsmed, 49*, 246-261.

5-DISCUSSION

5.1 L'importance d'étudier la santé mentale du jeune adulte émergent (*emerging adulthood*)

Dans la dernière moitié du siècle, un changement culturel important est survenu en lien avec la période de transition vers l'âge adulte. Dans les pays développés, cette dernière est devenue plus longue et apparaît désormais plus tardivement dans une vie si l'on se base sur les marqueurs culturels traditionnels, soit l'entrée sur le marché du travail, le mariage et la parentalité (J.J. Arnett, 2014). Aujourd'hui, la période entre la fin de l'adolescence (environ 18 ans) et l'entrée dans une phase de vie adulte stable est tellement rendue longue qu'elle ne constitue plus qu'une simple transition vers l'âge adulte, mais bien une nouvelle étape de vie appelée « l'émergence de l'adulte », qui survient entre l'âge de 18 ans et 29 ans (J. J. Arnett et al., 2014). Cette nouvelle étape est incluse dans la période du jeune adulte qui s'étale de 18 à 45 ans. Les jeunes adultes émergents ont fini leur puberté, ne sont plus à l'école secondaire, et ne sont plus mineurs au sens de la loi. Ils ont atteint leur maturité physique ou sexuelle et ils ont des trajectoires éducationnelles ou professionnelles très variées. En comparaison avec les adultes trentenaires, la plupart des jeunes adultes émergents n'ont pas encore établi leur plan de vie en tant qu'adulte au niveau amoureux et du travail. Cette période du jeune adulte marquée par l'exploration de l'identité, l'instabilité, le sentiment d'être entre-deux, et la présence de vastes opportunités est donc une étape de vie où la santé mentale peut être facilement fragilisée. Durant cette période, la prévalence de problèmes psychiatriques est plus élevée que dans les autres étapes de vie. En effet, chez les jeunes adultes émergents, la prévalence des troubles de santé mentale est évaluée à plus de 40% et se reflète principalement à travers les troubles anxieux, les troubles de l'humeur, et les troubles d'abus de substances (J. J. Arnett et al., 2014). Une meilleure compréhension des déterminants qui influencent la santé mentale du jeune adulte émergent est donc essentielle afin de mieux intervenir auprès de cette population.

5.2 Retour sur les objectifs de cette étude sur la santé mentale des jeunes adultes émergents

5.2.1 La participation aux sports d'équipe à l'adolescence : un facteur prédicteur de la santé mentale du jeune adulte émergent ?

Dans le présent projet, nos résultats démontrent que les années de participation aux sports d'équipe à l'adolescence influencent positivement la santé mentale du jeune adulte émergent confronté à la pandémie de COVID-19. Nos résultats de régression linéaire entre ces deux variables corrèlent avec ceux antérieurement observés dans la littérature (Brunet et al., 2013; Murray et al., 2021; Sabiston et al., 2016). Les années de participation aux sports d'équipe à l'adolescence représentent donc un facteur prédicteur positif de la santé mentale positive du jeune adulte (cf. **Tableau 3**).

Tableau 3. Tableau résumé des conclusions issues du présent projet de maîtrise et classées en fonction de leur statut au niveau de la littérature (confirmation de la littérature vs apport nouveau dans la littérature).

Conclusions (confirmation)	Conclusions (nouveauté)
1) Plus de participation aux sports d'équipe durant l'adolescence influence positivement la santé mentale du jeune adulte **2)** L'AP est la stratégie la plus utilisé chez le jeune adulte afin de s'adapter aux stresseurs pandémiques	**1**) En contexte de stress associé à la pandémie, l'association entre la participation aux sports d'équipe à l'adolescence et la santé mentale positive du jeune adulte émergent est partiellement médiée par l'utilisation de l'AP comme stratégie d'adaptation **2**) L'AP est défini comme une stratégie d'adaptation utile pour contrer le contexte pandémique **3**) Les années de participation aux sports d'équipe à l'adolescence peuvent influencer positivement le choix de l'AP comme stratégie d'adaptation dans le futur

5.2.2 La participation aux sports d'équipe à l'adolescence et la santé mentale du jeune adulte émergent : un effet médié par l'AP comme stratégie d'adaptation ?

Dans la littérature, les mécanismes sous-jacents à l'association entre la participation aux sports d'équipe à l'adolescence et la santé mentale du jeune adulte émergent demeurent obscurs (Brunet et al., 2013; Murray et al., 2021; Sabiston et al., 2016). Dans la présente étude, nous avons profité du contexte pandémique pour préciser un possible mécanisme. Nous avons démontré que cette association était partiellement médiée par l'utilisation de l'AP comme stratégie d'adaptation pour contrer les stresseurs reliés à la pandémie (cf. **Tableau 3**). En utilisant des analyses de médiation basées sur les définitions du cadre contrefactuel, nos résultats démontrent un effet total (TE) positif des années de participation aux sports d'équipe à l'adolescence sur la santé mentale du jeune adulte émergent. Globalement, chaque tranche de 10% de participation annuelle additionnelle aux sports d'équipe entre l'âge de 11 et 18 ans permettrait d'augmenter le pointage de 0.9 sur le questionnaire MHC-SF une fois rendu à l'âge adulte. Nous avons noté que cette association était médiée par le l'utilisation de l'AP comme stratégie d'adaptation chez le jeune adulte émergent par l'effet naturel indirect (NIE). Cette proportion médiée est estimée à 49%. En contexte pandémique, ceci signifie donc que ce choix de stratégie d'adaptation explique environ la moitié de la relation entre la participation aux sports d'équipe à l'adolescence et la santé mentale positive du jeune adulte émergent. Notre étude est aussi la première à démontrer que les années de participation aux sports d'équipe à l'adolescence influencent positivement le choix d'utiliser l'AP comme stratégie d'adaptation pour contrer les effets du stress.

Par ailleurs, durant les analyses de médiation, nous avons pu quantifier la proportion de la variance des variables dépendantes qui était prévisible à partir de chacune des variables indépendantes. Nos R^2 ou pseudo-R^2 étaient alors estimés de 3% à 6% (**données non présentées**). Quoique ces valeurs semblent basses, il est commun de voir une proportion de variance expliquée relativement faible dans des modèles non-expérimentaux en contexte de vie réel.

5.2.3 Utilisation de l'AP comme stratégie d'adaptation pendant la pandémie : fréquence et utilité.

Parmi les stratégies d'adaptation utilisées pendant la pandémie, l'AP a été la plus fréquemment utilisée (51.5% des participants, cf. **Tableau III**) et nos résultats concordent avec ceux de la littérature canadienne (Faulkner, 2020). Parmi les participants qui ont utilisé cette stratégie, 74% de ceux-ci ont perçu une grande utilité pour les aider à affronter le stress relié à la pandémie. Les hommes avaient tendance à plus utiliser cette stratégie que les femmes (H :61% vs F :47%), mais les femmes la percevaient légèrement plus utile que les hommes (F :77% vs H :69%). Tous ces résultats s'arriment avec les données des autres études suggérant que l'AP pendant la pandémie est associée à moins de symptômes anxio-dépressifs (Wolf et al., 2021) et avec une meilleur santé mentale positive (Dahlen et al., 2021; Violant-Holz et al., 2020). En résumé, l'intégration de l'AP dans une routine semble être une option intéressante afin de s'adapter aux différents stresseurs associés à la pandémie.

5.3 Notions et concepts possibles afin d'expliquer plus précisément la nature de cette association longitudinale entre les sports d'équipe à l'adolescence et la santé mentale à l'âge adulte via l'utilisation de l'AP comme stratégie d'adaptation

Tel que mentionné précédemment, il existe très peu de mécanismes connus pour expliquer l'association entre la participation aux sports d'équipe à l'adolescence et la santé mentale du jeune adulte émergent. En précisant qu'une partie de cette association soit médiée par l'utilisation de l'AP comme stratégie d'adaptation, il devient alors possible de suggérer certaines hypothèses en fonction de concepts déjà établis dans la littérature.

5.3.1 Sports d'équipe vs sports individuels

Tout d'abord, nos résultats soutiennent l'idée que, tout au long de l'adolescence, les individus qui participent à des sports d'équipe font l'acquisition de compétences nécessaires à l'intégration de l'AP dans leur future routine de vie de jeune adulte et que, ceci influence positivement leur santé mentale. Selon l'étude de Sabiston et collègues en 2016, il s'agirait

vraisemblablement d'aspects spécifiques à la participation aux sports d'équipe (Sabiston et al., 2016). En effet, la participation aux sports individuels à l'adolescence n'avait pas d'impact sur les symptômes dépressifs du jeune adulte. Il a également été démontré que les athlètes issus du monde des sports individuels rapportaient plus de symptômes anxio-dépressifs que ceux impliqués dans les sports d'équipe (Pluhar et al., 2019). Plus récemment, cette distinction entre les sports d'équipe et individuels a aussi été soulevée chez les enfants dans une étude longitudinale (White-Gosselin, Poulin, & Denault, 2023). Sur une période de 5 ans, les enfants qui participaient à plusieurs sports d'équipe démontraient moins de symptômes anxio-dépressifs que ceux qui en faisaient moins. Cet effet était complètement absent pour les enfants avec une trajectoire de haute ou faible participation aux sports individuels.

Dans une revue systématique de la littérature, Zuckerman et collègues décrivent les impacts positifs intrinsèques à la participation aux sports d'équipe, soit une meilleure qualité de vie, une augmentation de l'estime de soi, une augmentation du soutien social, une augmentation de l'auto-efficacité émotionnelle, une meilleure image de soi, moins de détresse psychologique, et un meilleur engagement face aux sports (Zuckerman et al., 2021). Dans une étude visant à cibler les effets de la participation aux sports sur la santé mentale des adultes, Eather et collaborateurs démontrent que, peu importe le volume d'AP, la participation aux sports d'équipe produit un plus grand impact sur l'énergie mentale, l'auto-perception physique et le bien-être psychologique que la participation aux sports individuels (Eather, Wade, Pankowiak, & Eime, 2023). Cette étude corrobore les conclusions de Andersen et collègues affirmant que la participation aux sports d'équipe est associée à une meilleure santé psychologique et sociale que la participation aux sports individuels et que cette forme d'AP est probablement plus efficace pour promouvoir la santé et favoriser la pratique d'AP à long terme (M. H. Andersen et al., 2019).

Considérant toutes les différences documentées entre les deux types de sports, il devient alors plausible que le contexte de participation aux sports d'équipe durant l'adolescence aide les jeunes à cultiver certains aspects spécifiques, dont une meilleure auto-efficacité et de

meilleures attitudes motivationnelles, qui les aideront à soutenir leur santé mentale durant la période de jeune adulte à travers un meilleur engagement dans l'AP.

5.3.2 Auto-régulation, auto-efficacité et attitudes motivationnelles: un rôle à jouer pour l'intégration de l'AP en tant que saine habitude de vie ?

La littérature démontre que les individus ayant réussi à faire régulièrement de l'APMV et à garder leur routine d'AP stable durant la pandémie ont éprouvé moins de symptômes anxio-dépressifs (Wolf et al., 2021). Wolf et collaborateurs suggèrent que les individus actifs avant la pandémie ont probablement acquis des compétences reliées à l'AP afin de promouvoir leur santé et appris à utiliser l'AP en tant que stratégie pour s'adapter aux stresseurs de la pandémie (Wolf et al., 2021). Toujours selon Wolf et collaborateurs, ces individus disposaient possiblement d'une forte capacité de planification adaptative (*coping planning*), une stratégie d'auto-régulation, leur permettant d'anticiper les barrières limitant la pratique de l'AP (p. ex. couvre-feu, fermeture de plateaux sportifs) et de trouver des stratégies pour les surmonter (p. ex. programme d'entrainement à la maison).

Afin d'être compétent pour intégrer l'AP dans une routine visant à préserver sa santé, l'auto-régulation est une sous-compétence essentielle à acquérir selon le modèle PAHCO (*Physical Activity-related Health Competence Model*) (Carl et al., 2020). L'auto-régulation d'un individu représente les bases motivationnelles et volitives requises pour planifier et exécuter régulièrement certaines AP. L'auto-régulation d'un individu se construit tout au long de sa vie à travers différentes périodes de transition et de certains moments décisifs de son développement (McClelland et al., 2018). L'adolescence représente l'un de ces points tournants du processus de développement de l'auto-régulation. En effet, lors de cette étape de vie caractérisée par de nombreux changements biologiques et sociaux, ainsi que par la maturation du cortex préfrontal, les capacités nécessaires pour développer une forme plus adulte d'auto-régulation sont en pleine émergence. Dans une étude récente, il a notamment été démontré que les étudiants universitaires intéressés par les sports d'équipe avaient de meilleurs résultats au niveau des habiletés d'auto-régulation sportives et de la prise de décision rationnelle que ceux qui étaient intéressés par les sports individuels (Aydoğan,

2023). L'étude suggère que le fait de côtoyer des coéquipiers augmente le niveau de motivation, aide à déterminer des objectifs, et renforcit les capacités communicationnelles.

L'auto-régulation est le résultat de l'intégration de certaines prédispositions personnelles et certaines caractéristiques motivationnelles en lien avec des attitudes émotionnelles et/ou cognitives envers l'AP, ainsi que de l'auto-efficacité d'un individu (Conner, Rhodes, Morris, McEachan, & Lawton, 2011; Higgins, Middleton, Winner, & Janelle, 2014; Kiviniemi, Voss-Humke, & Seifert, 2007; Rodgers, Wilson, Hall, Fraser, & Murray, 2008). Concernant l'aspect motivationnel, plusieurs études suggèrent que les motifs reliés à l'AP sont associés à la santé mentale ainsi qu'à la pratique de l'AP (Owen, Smith, Lubans, Ng, & Lonsdale, 2014; Ryan, Frederick, Lepes, Rubio, & Sheldon, 1997; Sebire, Jago, Fox, Edwards, & Thompson, 2013). Plus récemment, Doré et collaborateurs ont démontré que certains motifs reliés à l'AP, tels que la jouissance (*enjoyment*), la compétence, le désir d'être en forme (*fitness),* et le désir de socialisation influençaient positivement à la santé mentale des adolescents (Dore et al., 2022). Quant à l'auto-efficacité, qui se définit comme la croyance en ses capacités afin d'atteindre un objectif orienté vers une situation précise (McAuley & Blissmer, 2000; St Quinton, 2017; Strecher, DeVellis, Becker, & Rosenstock, 1986), plusieurs études démontrent qu'elle est un prédicteur significatif de l'adhérence à l'AP et de son observance (McAuley & Blissmer, 2000). En contexte de pandémie de COVID-19, plusieurs études ont démontré que l'auto-efficacité générale d'un individu était reliée à la santé mentale (Bidzan, Bidzan-Bluma, Szulman-Wardal, Stueck, & Bidzan, 2020; Mo et al., 2021). En 2003, les individus avec un niveau plus élevé d'auto-efficacité avaient aussi rapporté moins de troubles de santé mentale durant la pandémie de Syndrome respiratoire aigu sévère (SRAS) (Mak, Law, Woo, Cheung, & Lee, 2009). L'auto-efficacité permettrait à un individu de trouver des stratégies d'adaptation lorsqu'il fait face à une situation plus anxiogène (Bidzan et al., 2020) ou à la pandémie de COVID-19 (Ezati Rad et al., 2021; Zhou, Yue, Zhang, Shangguan, & Zhang, 2021). L'auto-efficacité serait reliée positivement aux styles actifs de stratégies d'adaptation (McBride & Ireland, 2016; Yang et al., 2010) et négativement aux styles passifs (Chen, Liu, Luo, & Ren, 2020; Ding et al., 2015). L'auto-efficacité est également importante pour former le processus d'intention derrière la mise en place de la pratique de l'AP (Zhang, Zhang, Schwarzer, & Hagger, 2019).

Bref, selon nos résultats, il est possible de penser que pendant ses années de participation aux sports d'équipe, l'adolescent accumule un bagage avantageux en matière d'auto-efficacité et d'attitudes motivationnelles lui permettant de développer progressivement une bonne compétence d'auto-régulation à l'âge adulte. Comme Wolf et collaborateurs, nous émettons donc l'hypothèse que, pendant la pandémie, les individus avec une forte auto-régulation ont probablement été capables d'intégrer l'AP dans leur routine malgré les contraintes imposées par le confinement et par conséquent, qu'ils ont été capables d'utiliser l'AP comme stratégie d'adaptation afin de préserver leur santé mentale.

5.3.3 La relation entre l'AP et l'adaptation face au stress

Plusieurs études ont adressé la relation entre l'AP, la santé mentale, et l'efficacité de s'adapter au stress (Kim & McKenzie, 2014; Perchtold-Stefan, Fink, Rominger, Weiss, & Papousek, 2020; Wilski et al., 2024; Xu & Zhang, 2020). Toutefois, peu d'études ont réussi à clarifier les mécanismes sous-jacents. Une hypothèse propose que l'AP améliore l'adaptation au stress en augmentant l'auto-efficacité de l'individu (Wilski et al., 2024). Ceci permettrait d'optimiser les stratégies d'adaptation face à un problème spécifique à partir des émotions positives (Kim & McKenzie, 2014). Chez les adolescents qui font des arts-martiaux, l'auto-efficacité médie notamment la relation entre le volume d'AP et le style actif d'adaptation au stress (*active coping style*) (Xu & Zhang, 2020). Chez les individus atteints de sclérose en plaques et fortement invalidés par la maladie, il a également été démontré que la relation entre l'AP et la capacité d'adaptation au stress était médié par l'auto-efficacité de l'individu (Wilski et al., 2024).

Dans notre étude, nous avons documenté une association positive entre l'utilisation de l'AP comme stratégie d'adaptation pendant la pandémie et la santé mentale du jeune adulte émergent. De plus, 74% de ceux qui avaient utilisé cette stratégie la trouvait très aidante. Ces résultats concordent donc avec ceux de la littérature et suggèrent que les individus ayant fait de l'AP pour s'adapter aux stresseurs de la pandémie avaient de meilleures chances de préserver une bonne santé mentale durant cette période. Si on extrapole les données de la littérature en fonction de nos résultats, il est possible de penser que les jeunes adultes

émergents ayant participé à des sports d'équipe durant l'adolescence ont bénéficié d'une auto-efficacité augmentée. Via l'utilisation de l'AP comme stratégie d'adaptation, cette auto-efficacité leur aurait permis de contrer plus facilement les stresseurs pandémiques et de bénéficier ultimement d'une meilleure santé mentale positive.

5.3.4 Bémol sur la participation sportive de haut niveau et la santé mentale

Tel que discuté dans ce mémoire, il est globalement accepté que la participation sportive influence positivement la santé mentale. Toutefois, il est important de mentionner qu'il est possible que cette association n'ait pas toujours une connotation positive. En effet, les évidences sont nombreuses quant au niveau de stress plus élevé chez les athlètes élites que ceux pratiquant leur sport dans la communauté (Purcell, Rice, Butterworth, & Clements, 2020). Par définition, l'environnement associé à la haute performance converge de façon importante vers le succès et l'accomplissement sportif. Ces objectifs de performance peuvent contribuer à une culture toxique qui ne reconnait pas toujours l'importance de bien supporter les athlètes et les entraineurs en matière de santé mentale et de bien-être (Purcell et al., 2022).

Les athlètes d'élite, même jeunes, sont exposés à une grande variété de stresseurs qui peuvent les prédisposer au développement de symptômes négatifs reliés à la santé mentale (Arnold & Fletcher, 2012; Hughes & Leavey, 2012). Ces stresseurs incluent évidemment les blessures, mais aussi les mauvaises performances, la quête du perfectionnisme, et les sélections pour les compétitions (Reardon et al., 2019). À ceux-ci, s'ajoutent aussi les stresseurs généraux, tels que les événements indésirables de la vie (Gouttebarge et al., 2019), la précarité financière, la discrimination, et le support social inadéquat (Purcell et al., 2020; Walton et al., 2021).

Plusieurs revues systématiques et méta-analyses démontrent que les athlètes d'élite ont tendance à développer plus de détresse psychologique, de symptômes anxio-dépressifs, d'anxiété de performance, de troubles alimentaires, et de problèmes en lien avec la régulation des émotions (Gouttebarge et al., 2019; Reardon & Factor, 2010; Rice et al., 2019; Rice et

al., 2016). Les taux de dépression et/ou anxiété grimperait jusqu'à 34% dans cette population (Gouttebarge et al., 2019). Le trouble d'anxiété généralisé parmi les athlètes adultes serait notamment deux fois plus prévalent que dans la population adulte générale (6% vs 3%) (Kessler, Chiu, Demler, Merikangas, & Walters, 2005; Schaal et al., 2011). Après leur retraite du monde de la compétition, les athlètes de haut niveau sont également plus susceptibles de développer des troubles de santé mentale (Mannes et al., 2019) en raison du changement drastique associé au style de vie, d'une problématique d'identité personnelle et sociale, et des soucis financiers (Brown, Arnold, Standage, & Fletcher, 2017; Sanders & Stevinson, 2017).

5.4 Forces et limites de l'étude

Notre étude comporte plusieurs forces méthodologiques (cf. **Tableau 4**). Tout d'abord, l'utilisation d'une méthodologie prospective (données sur plus de 10 ans de suivi longitudinale grâce à l'étude MATCH) et l'échantillon de grande taille pour les analyses (n = 454) sont à souligner. Nous avons également utilisé une mesure de santé mentale qui respecte le nouveau concept plus « positif » de cette dernière et qui englobe la santé mentale selon ses différentes sphères (émotionnelle, psychologique et sociale). Dans un contexte d'évaluation de l'association entre l'AP et la santé mentale, il existe très peu d'études longitudinales ayant utilisé cette échelle de mesure (Belanger et al., 2019; Dore, O'Loughlin, Schnitzer, Datta, & Fournier, 2018; Dore et al., 2019; Dore et al., 2022). Aucune étude n'avait auparavant étudié l'association entre la participation aux sports d'équipe à l'adolescence et la santé mentale positive du jeune adulte émergent. De plus, nos analyses de médiation dans le cadre contrefactuel fournissent des estimés qui permettent l'interprétation causale (VanderWeele & Vansteelandt, 2009). Cette méthode est reconnue pour mettre l'emphase sur l'évaluation des bases causales dans les relations structurelles existantes entre chaque variable d'intérêt.

En revanche, certaines limites doivent aussi être mentionnées. Notre mesure de participation aux sports d'équipe peut occasionner des erreurs de classification. Plus spécifiquement, il est possible que nous ayons omis des sports d'équipe dans la liste proposée aux participants. De

plus, l'opérationnalisation de notre variable indépendante (ratio de participation annuelle aux sports d'équipe à l'adolescence en fonction des données disponible sur 8 années de suivi) pourrait avoir causé une surestimation de la participation aux sports d'équipe à l'adolescence. Toutefois, en analysant le taux de réponse relié à la participation aux sports d'équipe durant l'adolescence des 454 participants, nous avons noté que 88% de ceux-ci avaient au moins 4 années de données disponibles sur les 8 années possibles. De plus, il est possible que la variable médiatrice auto-rapportée par les participants soit influencée par un biais de désirabilité sociale. Il est aussi possible que les pertes au suivi aient influencé la validité de notre étude. Cependant, en considérant l'échantillon de départ comme étant les jeunes adultes émergents ayant fourni des données pour les 3 variables d'intérêt (n = 499), ceux exclus de l'analyse de médiation ne représentent que 9% de l'échantillon de départ. Il est important de comprendre que pour effectuer des analyses de médiation, les données de toutes les covariables (âge, genre, éducation parental, revenu familial et puberté) doivent être également disponibles. Finalement, nous avons assumé *de facto* que la pandémie de COVID-19 représentait un stresseur de vie pour tous les participants inclus dans l'étude.

Tableau 4. Résumé des forces et limites de l'étude.

FORCES	LIMITES
• Utilisation de données longitudinales à partir d'une cohorte prospective • Échantillon de grande taille (n = 454) • Données sur plus de 10 ans de suivi • Mesure globale de santé mentale positive (inclue 3 sphères: emotionnelle, psychologique et sociale) • L'utilisation d'analyses de médiation basées sur les definitions contrefactuelles qui fournit des estimés permettant l'intéprétation causale	• Erreurs de classification liées à la variable « participation aux sports d'équipe à l'adolescence » • Possibilité d'avoir oublié un sport d'équipe parmi la liste des 36 activités proposées • Possibilité d'avoir surestimé la participation aux sports d'équipe en raison de l'opérationnalisation de la variable proposée • Biais de désirabilité sociale possible sur les données auto-rapportées de stratégies d'adaptation • Perte au suivi peut avoir réduit la validité • Assumons que le contexte pandémique représente une période de stress

6-CONCLUSION

La participation aux sports d'équipe à l'adolescence est importante. Elle représente un facteur protecteur de la santé mentale du jeune adulte émergent. Cette relation est expliquée en partie par le fait que la participation aux sports d'équipe à l'adolescence influence positivement le choix d'utiliser l'AP comme stratégie d'adaptation en période de stress. Les résultats issus de cette étude soulèvent donc certaines réflexions intéressantes en matière de santé publique.

Premièrement, nos données appuient les nombreuses recommandations sur l'importance de développer des interventions qui visent la promotion de l'AP chez les adolescents, et plus particulièrement, la participation aux sports d'équipe. Toutefois, la pratique d'un sport d'équipe peut être associée à des coûts plus élevés (inscription, uniforme, équipement, déplacement, etc.) que ceux de certains loisirs ou sports individuels. Son accessibilité n'est donc pas à la portée de tous. Il devient alors impératif de développer des programmes qui peuvent en faciliter l'accès. À titre d'exemple, le programme des sports mineurs « Timbits » peut être cité. Il s'agit d'un programme de commandites axées sur la communauté et qui offre à des enfants âgés de quatre à neuf ans la possibilité de s'amuser au sein d'équipes sportives récréatives. Ce type de programme devrait être également déployé et offert pour les adolescents.

En second lieu, l'utilisation de l'AP comme stratégie d'adaptation est une option efficace afin de préserver la santé mentale des individus lors de grandes périodes de stress. En contexte de pandémie ou toutes autres périodes stressantes, il est essentiel d'éviter la fermeture complète de tous les plateaux techniques sportifs ou du moins, d'adapter la gestion de ces derniers pour accommoder les stratégies de gestion du stress des individus et les contraintes sanitaires gouvernementales.

En somme, nos résultats proposent un nouveau mécanisme expliquant la relation entre la participation aux sports d'équipe à l'adolescence et la santé mentale du jeune adulte émergent. Une caractérisation plus détaillée de ce mécanisme est nécessaire afin

d'optimiser la santé mentale positive de ces jeunes adultes. En ce sens, des études ciblant les caractéristiques psychologiques et sociales spécifiquement associées aux sports d'équipe à l'adolescence sont requises afin de progresser dans la compréhension de cette association. Il serait également intéressant de vérifier comment ces aspects liés aux sports d'équipe entrent en relation avec les composantes motivationnelles et volitives qui influencent l'intégration de l'AP dans un hygiène de vie. Bref, il reste encore beaucoup de travail à faire dans ce domaine précis. Pour l'instant, il est important de continuer à faire la promotion de l'AP et de favoriser son intégration dans une routine de vie afin de maintenir une bonne santé mentale positive.

7-LISTE DES RÉFÉRENCES

Aarsland, D., Sardahaee, F. S., Anderssen, S., & Ballard, C. (2010). Is physical activity a potential preventive factor for vascular dementia? A systematic review. *Aging Ment Health, 14*(4), 386-395. doi: 10.1080/13607860903586136

Agans, J.P., Vest Ettekal, A., Erickson, K., & Lerner, R.M. (2016). Positive youth development through sport: A relational developmental systems approach. *Positive youth development through sport*, 34-44.

Aknin, L. B., De Neve, J. E., Dunn, E. W., Fancourt, D. E., Goldberg, E., Helliwell, J. F., . . . Ben Amor, Y. (2022). Mental health during the first year of the covid-19 pandemic: A review and recommendations for moving forward. *Perspect Psychol Sci, 17*(4), 915-936. doi: 10.1177/17456916211029964

Andersen, L. B., Schnohr, P., Schroll, M., & Hein, H. O. (2000). All-cause mortality associated with physical activity during leisure time, work, sports, and cycling to work. *Arch Intern Med, 160*(11), 1621-1628. doi: 10.1001/archinte.160.11.1621

Andersen, M. H., Ottesen, L., & Thing, L. F. (2019). The social and psychological health outcomes of team sport participation in adults: An integrative review of research. *Scand J Public Health, 47*(8), 832-850. doi: 10.1177/1403494818791405

Anderson, E., & Shivakumar, G. (2013). Effects of exercise and physical activity on anxiety. *Front Psychiatry, 4*, 27. doi: 10.3389/fpsyt.2013.00027

Appelqvist-Schmidlechner, K., Vaara, J. P., Vasankari, T., Hakkinen, A., Mantysaari, M., & Kyrolainen, H. (2020). Relationship between different domains of physical activity and positive mental health among young adult men. *BMC Public Health, 20*(1), 1116. doi: 10.1186/s12889-020-09175-6

Arias-Palencia, N. M., Solera-Martinez, M., Gracia-Marco, L., Silva, P., Martinez-Vizcaino, V., Canete-Garcia-Prieto, J., & Sanchez-Lopez, M. (2015). Levels and patterns of objectively assessed physical activity and compliance with different public health guidelines in university students. *PLoS One, 10*(11), e0141977. doi: 10.1371/journal.pone.0141977

Arnett, J. J., Zukauskiene, R., & Sugimura, K. (2014). The new life stage of emerging adulthood at ages 18-29 years: Implications for mental health. *Lancet Psychiatry, 1*(7), 569-576. doi: 10.1016/S2215-0366(14)00080-7

Arnett, J.J. (2014). *Emerging adulthood: The winding road from the late teens through the twenties* (2nd ed.). New York: Oxford University Press.

Arnold, R., & Fletcher, D. (2012). A research synthesis and taxonomic classification of the organizational stressors encountered by sport performers. *J Sport Exerc Psychol, 34*(3), 397-429. doi: 10.1123/jsep.34.3.397

Ashdown-Franks, G., Sabiston, C., Solomon-Krakus, S., & O'Loughlin, J. L. (2017). Sport particpation in high school and anxiety symptoms in young adulthood. *Mental Health and Physical Activity, 12*, 19-24.

Aydoğan, R. (2023). Examination of sports self-regulation, motivational determination, and decision-making styles in universtiy students. *Journal of Human and Social Sciences, 6*(2), 563-586.

Azevedo Da Silva, M., Singh-Manoux, A., Brunner, E. J., Kaffashian, S., Shipley, M. J., Kivimaki, M., & Nabi, H. (2012). Bidirectional association between physical activity and symptoms of anxiety and depression: The whitehall ii study. *Eur J Epidemiol, 27*(7), 537-546. doi: 10.1007/s10654-012-9692-8

Bank of canada. Covid-19 stringency index.). from https://www.bankofcanada.ca/markets/market-operations-liquidity-provision/covid-19-actions-support-economy-financial-system/covid-19-stringency-index/

Bartko, W.T.; Eccles, J.S. (2003). Adolescent participation in structured and unstructured activities: A person-oriented analysis. *Journal of Youth Adolescence, 32*(4), 233-241.

Baumeister, S. E., Leitzmann, M. F., Bahls, M., Dorr, M., Schmid, D., Schomerus, G., . . . Grabe, H. J. (2017). Associations of leisure-time and occupational physical activity and cardiorespiratory fitness with incident and recurrent major depressive disorder, depressive symptoms, and incident anxiety in a general population. *J Clin Psychiatry, 78*(1), e41-e47. doi: 10.4088/JCP.15m10474

Belanger, M., Caissie, I., Beauchamp, J., O'Loughlin, J., Sabiston, C., & Mancuso, M. (2013). Monitoring activities of teenagers to comprehend their habits: Study protocol for a mixed-methods cohort study. *BMC Public Health, 13*, 649. doi: 10.1186/1471-2458-13-649

Belanger, M., Gallant, F., Dore, I., O'Loughlin, J. L., Sylvestre, M. P., Abi Nader, P., . . . Sabiston, C. M. (2019). Physical activity mediates the relationship between outdoor time and mental health. *Prev Med Rep, 16*, 101006. doi: 10.1016/j.pmedr.2019.101006

Bennie, J. A., Teychenne, M. J., De Cocker, K., & Biddle, S. J. H. (2019). Associations between aerobic and muscle-strengthening exercise with depressive symptom severity among 17,839 u.S. Adults. *Prev Med, 121*, 121-127. doi: 10.1016/j.ypmed.2019.02.022

Berzigotti, A., Saran, U., & Dufour, J. F. (2016). Physical activity and liver diseases. *Hepatology, 63*(3), 1026-1040. doi: 10.1002/hep.28132

Bhupathiraju, S. N., & Hu, F. B. (2016). Epidemiology of obesity and diabetes and their cardiovascular complications. *Circ Res, 118*(11), 1723-1735. doi: 10.1161/CIRCRESAHA.115.306825

Bidzan, M., Bidzan-Bluma, I., Szulman-Wardal, A., Stueck, M., & Bidzan, M. (2020). Does self-efficacy and emotional control protect hospital staff from covid-19 anxiety and ptsd symptoms? Psychological functioning of hospital staff after the announcement of covid-19 coronavirus pandemic. *Front Psychol, 11*, 552583. doi: 10.3389/fpsyg.2020.552583

Bird, J. M., Karageorghis, C. I., & Hamer, M. (2021). Relationships among behavioural regulations, physical activity, and mental health pre- and during covid-19 uk lockdown. *Psychol Sport Exerc, 55*, 101945. doi: 10.1016/j.psychsport.2021.101945

Black, S. V., Cooper, R., Martin, K. R., Brage, S., Kuh, D., & Stafford, M. (2015). Physical activity and mental well-being in a cohort aged 60-64 years. *Am J Prev Med, 49*(2), 172-180. doi: 10.1016/j.amepre.2015.03.009

Blair, S. N., Cheng, Y., & Holder, J. S. (2001). Is physical activity or physical fitness more important in defining health benefits? *Med Sci Sports Exerc, 33*(6 Suppl), S379-399; discussion S419-320. doi: 10.1097/00005768-200106001-00007

Bonnie, R. J., Stroud, C., & Breiner, H. . (2015). *Young adults in the 21st century*. The National Academies Press, Washington (DC).

Boone, E.; Leadbeater, B. . (2006). Game on: Diminishing the risks of depressive symptoms in early adolescence through positive involvement in team sports. *Journal of Research Adolescence, 16*, 79-90.

Bos, A.E.R., Huijding, J., Muris, P., Vogel, L.R.R., & Biesheuvel, J. (2010). Global, contingent and implicit self-esteem and psychopathological symptoms in adolescents. *Pers Individ Dif, 48*(3), 311-316.

Bouza, C., Lopez-Cuadrado, T., & Amate, J. M. (2010). Physical disease in schizophrenia: A population-based analysis in spain. *BMC Public Health, 10*, 745. doi: 10.1186/1471-2458-10-745

Brokmeier, L. L., Firth, J., Vancampfort, D., Smith, L., Deenik, J., Rosenbaum, S., . . . Schuch, F. B. (2020). Does physical activity reduce the risk of psychosis? A systematic review and meta-analysis of prospective studies. *Psychiatry Res, 284*, 112675. doi: 10.1016/j.psychres.2019.112675

Brosnahan, J., Steffen, L. M., Lytle, L., Patterson, J., & Boostrom, A. (2004). The relation between physical activity and mental health among hispanic and non-hispanic white adolescents. *Arch Pediatr Adolesc Med, 158*(8), 818-823. doi: 10.1001/archpedi.158.8.818

Brown, D. J., Arnold, R., Standage, M., & Fletcher, D. (2017). Thriving on pressure: A factor mixture analysis of sport performers' responses to competitive encounters. *J Sport Exerc Psychol, 39*(6), 423-437. doi: 10.1123/jsep.2016-0293

Brunet, J., Sabiston, C. M., Chaiton, M., Barnett, T. A., O'Loughlin, E., Low, N. C., & O'Loughlin, J. L. (2013). The association between past and current physical activity and depressive symptoms in young adults: A 10-year prospective study. *Ann Epidemiol, 23*(1), 25-30. doi: 10.1016/j.annepidem.2012.10.006

Buchanan, M., & Keats, P. (2011). Coping with traumatic stress in journalism: A critical ethnographic study. *Int J Psychol, 46*(2), 127-135. doi: 10.1080/00207594.2010.532799

Buchman, A. S., Yu, L., Wilson, R. S., Lim, A., Dawe, R. J., Gaiteri, C., . . . Bennett, D. A. (2019). Physical activity, common brain pathologies, and cognition in community-dwelling older adults. *Neurology, 92*(8), e811-e822. doi: 10.1212/WNL.0000000000006954

Bull, F. C., Al-Ansari, S. S., Biddle, S., Borodulin, K., Buman, M. P., Cardon, G., . . . Willumsen, J. F. (2020). World health organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *Br J Sports Med, 54*(24), 1451-1462. doi: 10.1136/bjsports-2020-102955

Buono, F., Crispo, S., Pagano, G., Rengo, G., Petitto, M., Grieco, F., . . . Morisco, C. (2014). Determinants of left ventricular hypertrophy in patients with recent diagnosis of essential hypertension. *J Hypertens, 32*(1), 166-173. doi: 10.1097/HJH.0b013e328365c87d

Carl, J., Sudeck, G., & Pfeifer, K. (2020). Competencies for a healthy physically active lifestyle-reflections on the model of physical activity-related health competence. *J Phys Act Health, 17*(7), 688-697. doi: 10.1123/jpah.2019-0442

Carskadon, M. A., & Acebo, C. (1993). A self-administered rating scale for pubertal development. *J Adolesc Health, 14*(3), 190-195. doi: 10.1016/1054-139x(93)90004-9

Caspersen, C. J., Powell, K. E., & Christenson, G. M. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: Definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Rep, 100*(2), 126-131.

Castaneda-Babarro, A., Arbillaga-Etxarri, A., Gutierrez-Santamaria, B., & Coca, A. (2020). Physical activity change during covid-19 confinement. *Int J Environ Res Public Health, 17*(18). doi: 10.3390/ijerph17186878

Cerin, E., Leslie, E., Sugiyama, T., & Owen, N. (2009). Associations of multiple physical activity domains with mental well-being. *Mental Health and Physical Activity, 2*(2), 55-64.

Chalasani, N., Younossi, Z., Lavine, J. E., Diehl, A. M., Brunt, E. M., Cusi, K., . . . American College of, Gastroenterologyh. (2012). The diagnosis and management of non-alcoholic fatty liver disease: Practice guideline by the american gastroenterological association, american association for the study of liver diseases, and american college of gastroenterology. *Gastroenterology, 142*(7), 1592-1609. doi: 10.1053/j.gastro.2012.04.001

Chekroud, S. R., Gueorguieva, R., Zheutlin, A. B., Paulus, M., Krumholz, H. M., Krystal, J. H., & 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. *Lancet Psychiatry, 5*(9), 739-746. doi: 10.1016/S2215-0366(18)30227-X

Chen, X., Liu, T., Luo, J., & Ren, S. (2020). Data for teenagers' stressor, mental health, coping style, social support, parenting style and self-efficacy in south china. *Data Brief, 29*, 105202. doi: 10.1016/j.dib.2020.105202

Choi, K. W., Chen, C. Y., Stein, M. B., Klimentidis, Y. C., Wang, M. J., Koenen, K. C., . . . Major Depressive Disorder Working Group of the Psychiatric Genomics, Consortium. (2019). Assessment of bidirectional relationships between physical activity and depression among adults: A 2-sample mendelian randomization study. *JAMA Psychiatry, 76*(4), 399-408. doi: 10.1001/jamapsychiatry.2018.4175

Choi, K. W., Zheutlin, A. B., Karlson, R. A., Wang, M. J., Dunn, E. C., Stein, M. B., . . . Smoller, J. W. (2020). Physical activity offsets genetic risk for incident depression assessed via electronic health records in a biobank cohort study. *Depress Anxiety, 37*(2), 106-114. doi: 10.1002/da.22967

Chrousos, G. P. (2009). Stress and disorders of the stress system. *Nat Rev Endocrinol, 5*(7), 374-381. doi: 10.1038/nrendo.2009.106

Church, T. S., LaMonte, M. J., Barlow, C. E., & Blair, S. N. (2005). Cardiorespiratory fitness and body mass index as predictors of cardiovascular disease mortality among men with diabetes. *Arch Intern Med, 165*(18), 2114-2120. doi: 10.1001/archinte.165.18.2114

Cielo, F., Ulberg, R., & Di Giacomo, D. (2021). Psychological impact of the covid-19 outbreak on mental health outcomes among youth: A rapid narrative review. *Int J Environ Res Public Health, 18*(11). doi: 10.3390/ijerph18116067

Cigrovski Berkovic, M., Bilic-Curcic, I., Mrzljak, A., & Cigrovski, V. (2021). Nafld and physical exercise: Ready, steady, go! *Front Nutr, 8*, 734859. doi: 10.3389/fnut.2021.734859

Codella, R., Della Guardia, L., Terruzzi, I., Solini, A., Folli, F., Varoni, E. M., . . . Luzi, L. (2021). Physical activity as a proxy to ameliorate inflammation in patients with type 2 diabetes and periodontal disease at high cardiovascular risk. *Nutr Metab Cardiovasc Dis, 31*(8), 2199-2209. doi: 10.1016/j.numecd.2021.04.022

Colman, I., Zeng, Y., McMartin, S. E., Naicker, K., Ataullahjan, A., Weeks, M., . . . Galambos, N. L. (2014). Protective factors against depression during the transition from adolescence to adulthood: Findings from a national canadian cohort. *Prev Med, 65*, 28-32. doi: 10.1016/j.ypmed.2014.04.008

Conner, M., Rhodes, R. E., Morris, B., McEachan, R., & Lawton, R. (2011). Changing exercise through targeting affective or cognitive attitudes. *Psychol Health, 26*(2), 133-149. doi: 10.1080/08870446.2011.531570

Cooper, C. B. (2009). Airflow obstruction and exercise. *Respir Med, 103*(3), 325-334. doi: 10.1016/j.rmed.2008.10.026

Cornelissen, V. A., Buys, R., & Smart, N. A. (2013). Endurance exercise beneficially affects ambulatory blood pressure: A systematic review and meta-analysis. *J Hypertens, 31*(4), 639-648. doi: 10.1097/HJH.0b013e32835ca964

Cornelissen, V. A., & Smart, N. A. (2013). Exercise training for blood pressure: A systematic review and meta-analysis. *J Am Heart Assoc, 2*(1), e004473. doi: 10.1161/JAHA.112.004473

Correll, C. U., Solmi, M., Veronese, N., Bortolato, B., Rosson, S., Santonastaso, P., . . . Stubbs, B. (2017). Prevalence, incidence and mortality from cardiovascular disease in patients with pooled and specific severe mental illness: A large-scale meta-analysis of 3,211,768 patients and 113,383,368 controls. *World Psychiatry, 16*(2), 163-180. doi: 10.1002/wps.20420

Curioni, C. C., & Lourenco, P. M. (2005). Long-term weight loss after diet and exercise: A systematic review. *Int J Obes (Lond), 29*(10), 1168-1174. doi: 10.1038/sj.ijo.0803015

Dahlen, M., Thorbjornsen, H., Sjastad, H., von Heideken Wagert, P., Hellstrom, C., Kerstis, B., . . . Elven, M. (2021). Changes in physical activity are associated with corresponding changes in psychological well-being: A pandemic case study. *Int J Environ Res Public Health, 18*(20). doi: 10.3390/ijerph182010680

Dauwan, M., Begemann, M. J. H., Slot, M. I. E., Lee, E. H. M., Scheltens, P., & Sommer, I. E. C. (2021). Physical exercise improves quality of life, depressive symptoms, and cognition across chronic brain disorders: A transdiagnostic systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J Neurol, 268*(4), 1222-1246. doi: 10.1007/s00415-019-09493-9

Dauwan, M., Begemann, M. J., Heringa, S. M., & Sommer, I. E. (2016). Exercise improves clinical symptoms, quality of life, global functioning, and depression in schizophrenia: A systematic review and meta-analysis. *Schizophr Bull, 42*(3), 588-599. doi: 10.1093/schbul/sbv164

De Mello, M. T., Lemos Vde, A., Antunes, H. K., Bittencourt, L., Santos-Silva, R., & Tufik, S. (2013). Relationship between physical activity and depression and anxiety symptoms: A population study. *J Affect Disord, 149*(1-3), 241-246. doi: 10.1016/j.jad.2013.01.035

De Moor, M. H., Beem, A. L., Stubbe, J. H., Boomsma, D. I., & De Geus, E. J. (2006). Regular exercise, anxiety, depression and personality: A population-based study. *Prev Med, 42*(4), 273-279. doi: 10.1016/j.ypmed.2005.12.002

Della Guardia, L., & Codella, R. (2021). Exercise tolls the bell for key mediators of low-grade inflammation in dysmetabolic conditions. *Cytokine Growth Factor Rev, 62*, 83-93. doi: 10.1016/j.cytogfr.2021.09.003

Dewa, L. H., Crandell, C., Choong, E., Jaques, J., Bottle, A., Kilkenny, C., . . . Aylin, P. (2021). Ccopey: A mixed-methods coproduced study on the mental health status and coping strategies of young people during covid-19 uk lockdown. *J Adolesc Health, 68*(4), 666-675. doi: 10.1016/j.jadohealth.2021.01.009

Ding, Y., Yang, Y., Yang, X., Zhang, T., Qiu, X., He, X., . . . Sui, H. (2015). The mediating role of coping style in the relationship between psychological capital and burnout among chinese nurses. *PLoS One, 10*(4), e0122128. doi: 10.1371/journal.pone.0122128

Dogra, S., Good, J., Buman, M. P., Gardiner, P. A., Copeland, J. L., & Stickland, M. K. (2018). Physical activity and sedentary time are related to clinically relevant health outcomes among adults with obstructive lung disease. *BMC Pulm Med, 18*(1), 98. doi: 10.1186/s12890-018-0659-8

Dore, I., O'Loughlin, J. L., Beauchamp, G., Martineau, M., & Fournier, L. (2016). Volume and social context of physical activity in association with mental health, anxiety and depression among youth. *Prev Med, 91*, 344-350. doi: 10.1016/j.ypmed.2016.09.006

Dore, I., O'Loughlin, J.L., Sabiston, C.M., & Fournier, L. (2017). Psychometric evaluation of the mental health continuum-short form in french canadian young adults. *Can J Psychiatry, 62*(4), 286-294. doi: 10.1177/0706743716675855

Dore, I., O'Loughlin, J.L., Schnitzer, M.E., Datta, G.D., & 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.

Dore, I., Sabiston, C. M., Sylvestre, M. P., Brunet, J., O'Loughlin, J., Nader, P. A., . . . Belanger, M. (2019). Years participating in sports during childhood predicts mental health in adolescence: A 5-year longitudinal study. *J Adolesc Health, 64*(6), 790-796. doi: 10.1016/j.jadohealth.2018.11.024

Dore, I., Thibault, V., Sylvestre, M. P., Sabiston, C. M., O'Loughlin, J. L., Abi Nader, P., . . . Belanger, M. (2022). Physical activity motives have a direct effect on mental health. *Scand J Med Sci Sports, 32*(8), 1258-1267. doi: 10.1111/sms.14174

Duhoux, A. (2009). Santé mentale positive : Du traitement des maladies mentales à la promotion de la santé mentale. *Quintessense, 1*(2).

Eather, N., Wade, L., Pankowiak, A., & Eime, R. (2023). The impact of sports participation on mental health and social outcomes in adults: A systematic review and the 'mental health through sport' conceptual model. *Syst Rev, 12*(1), 102. doi: 10.1186/s13643-023-02264-8

Eime, R. M., Young, J. A., Harvey, J. T., Charity, M. J., & Payne, W. R. (2013). A systematic review of the psychological and social benefits of participation in sport for children and adolescents: Informing development of a conceptual model of health through sport. *Int J Behav Nutr Phys Act, 10*, 98. doi: 10.1186/1479-5868-10-98

Ennezat, P. V., Malendowicz, S. L., Testa, M., Colombo, P. C., Cohen-Solal, A., Evans, T., & LeJemtel, T. H. (2001). Physical training in patients with chronic heart failure enhances the expression of genes encoding antioxidative enzymes. *J Am Coll Cardiol, 38*(1), 194-198. doi: 10.1016/s0735-1097(01)01321-3

Ezati Rad, R., Mohseni, S., Kamalzadeh Takhti, H., Hassani Azad, M., Shahabi, N., Aghamolaei, T., & Norozian, F. (2021). Application of the protection motivation theory for predicting covid-19 preventive behaviors in hormozgan, iran: A cross-sectional study. *BMC Public Health, 21*(1), 466. doi: 10.1186/s12889-021-10500-w

Fancourt, D., Steptoe, A., & Bu, F. (2021). Trajectories of anxiety and depressive symptoms during enforced isolation due to covid-19 in england: A longitudinal observational study. *Lancet Psychiatry, 8*(2), 141-149. doi: 10.1016/S2215-0366(20)30482-X

Faulkner, G.; Rhodes, R.E.; Vanderloo, L.M.; Chulak-Bozer, T.; O'Reilly, N.; Ferguson, L.; Spence, J.C. (2020). Physical activity as a coping strategy for mental health due to the covid-19 virus: A potential disconnect among canadian adults? Front commun. *Front. Commun., 24*(5).

Ferguson, K. N., Coen, S. E., Tobin, D., Martin, G., Seabrook, J. A., & Gilliland, J. A. (2021). The mental well-being and coping strategies of canadian adolescents during the covid-19 pandemic: A qualitative, cross-sectional study. *CMAJ Open, 9*(4), E1013-E1020. doi: 10.9778/cmajo.20210042

Fiorenzato, E., Zabberoni, S., Costa, A., & Cona, G. (2021). Cognitive and mental health changes and their vulnerability factors related to covid-19 lockdown in italy. *PLoS One, 16*(1), e0246204. doi: 10.1371/journal.pone.0246204

Firth, J., Cotter, J., Elliott, R., French, P., & Yung, A. R. (2015). A systematic review and meta-analysis of exercise interventions in schizophrenia patients. *Psychol Med, 45*(7), 1343-1361. doi: 10.1017/S0033291714003110

Fox, K. R. (1999). The influence of physical activity on mental well-being. *Public Health Nutr, 2*(3A), 411-418. doi: 10.1017/s1368980099000567

Frodermann, V., Rohde, D., Courties, G., Severe, N., Schloss, M. J., Amatullah, H., . . . Nahrendorf, M. (2019). Exercise reduces inflammatory cell production and cardiovascular inflammation via instruction of hematopoietic progenitor cells. *Nat Med, 25*(11), 1761-1771. doi: 10.1038/s41591-019-0633-x

Fulkerson, J. A., Sherwood, N. E., Perry, C. L., Neumark-Sztainer, D., & Story, M. (2004). Depressive symptoms and adolescent eating and health behaviors: A multifaceted view in a population-based sample. *Prev Med, 38*(6), 865-875. doi: 10.1016/j.ypmed.2003.12.028

Garcia-Aymerich, J., Lange, P., Benet, M., Schnohr, P., & Anto, J. M. (2006). Regular physical activity reduces hospital admission and mortality in chronic obstructive pulmonary disease: A population based cohort study. *Thorax, 61*(9), 772-778. doi: 10.1136/thx.2006.060145

Gerage, A. M., Ritti-Dias, R. M., Balagopal, P. B., Conceicao, R. D. O., Umpierre, D., Santos, R. D., . . . Bittencourt, M. S. (2018). Physical activity levels and hepatic steatosis: A longitudinal follow-up study in adults. *J Gastroenterol Hepatol, 33*(3), 741-746. doi: 10.1111/jgh.13965

Giallauria, F., Strisciuglio, T., Cuomo, G., Di Lorenzo, A., D'Angelo, A., Volpicelli, M., . . . Morisco, C. (2021). Exercise training: The holistic approach in cardiovascular prevention. *High Blood Press Cardiovasc Prev, 28*(6), 561-577. doi: 10.1007/s40292-021-00482-6

Giuntella, O., Hyde, K., Saccardo, S., & Sadoff, S. (2021). Lifestyle and mental health disruptions during covid-19. *Proc Natl Acad Sci U S A, 118*(9). doi: 10.1073/pnas.2016632118

Gouttebarge, V., Castaldelli-Maia, J. M., Gorczynski, P., Hainline, B., Hitchcock, M. E., Kerkhoffs, G. M., . . . Reardon, C. L. (2019). Occurrence of mental health symptoms and disorders in current and former elite athletes: A systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med, 53*(11), 700-706. doi: 10.1136/bjsports-2019-100671

Gregg, E. W., Gerzoff, R. B., Caspersen, C. J., Williamson, D. F., & Narayan, K. M. (2003). Relationship of walking to mortality among us adults with diabetes. *Arch Intern Med, 163*(12), 1440-1447. doi: 10.1001/archinte.163.12.1440

Groot, C., Hooghiemstra, A. M., Raijmakers, P. G., van Berckel, B. N., Scheltens, P., Scherder, E. J., . . . Ossenkoppele, R. (2016). The effect of physical activity on cognitive function in patients with dementia: A meta-analysis of randomized control trials. *Ageing Res Rev, 25*, 13-23. doi: 10.1016/j.arr.2015.11.005

Haarasilta, L. M., Marttunen, M. J., Kaprio, J. A., & Aro, H. M. (2004). Correlates of depression in a representative nationwide sample of adolescents (15-19 years) and young adults (20-24 years). *Eur J Public Health, 14*(3), 280-285. doi: 10.1093/eurpub/14.3.280

Haller, N., Lorenz, S., Pfirrmann, D., Koch, C., Lieb, K., Dettweiler, U., . . . Jung, P. (2018). Individualized web-based exercise for the treatment of depression: Randomized controlled trial. *JMIR Ment Health, 5*(4), e10698. doi: 10.2196/10698

Hamer, M., & Chida, Y. (2009). Physical activity and risk of neurodegenerative disease: A systematic review of prospective evidence. *Psychol Med, 39*(1), 3-11. doi: 10.1017/S0033291708003681

Harber, V. J., & Sutton, J. R. (1984). Endorphins and exercise. *Sports Med, 1*(2), 154-171. doi: 10.2165/00007256-198401020-00004

He, D., Xi, B., Xue, J., Huai, P., Zhang, M., & Li, J. (2014). Association between leisure time physical activity and metabolic syndrome: A meta-analysis of prospective cohort studies. *Endocrine, 46*(2), 231-240. doi: 10.1007/s12020-013-0110-0

Higgins, T. J., Middleton, K. R., Winner, L., & Janelle, C. M. (2014). Physical activity interventions differentially affect exercise task and barrier self-efficacy: A meta-analysis. *Health Psychol, 33*(8), 891-903. doi: 10.1037/a0033864

Howie, E. K., McVeigh, J. A., Smith, A. J., Zabatiero, J., Bucks, R. S., Mori, T. A., . . . Straker, L. M. (2020). Physical activity trajectories from childhood to late adolescence and their implications for health in young adulthood. *Prev Med, 139*, 106224. doi: 10.1016/j.ypmed.2020.106224

Hsieh, W. J., Powell, T., Tan, K., & Chen, J. H. (2021). Kidcope and the covid-19 pandemic: Understanding high school students' coping and emotional well-being. *Int J Environ Res Public Health, 18*(19). doi: 10.3390/ijerph181910207

Hu, F. B., Stampfer, M. J., Solomon, C., Liu, S., Colditz, G. A., Speizer, F. E., . . . Manson, J. E. (2001). Physical activity and risk for cardiovascular events in diabetic women. *Ann Intern Med, 134*(2), 96-105. doi: 10.7326/0003-4819-134-2-200101160-00009

Hu, G., Jousilahti, P., Barengo, N. C., Qiao, Q., Lakka, T. A., & Tuomilehto, J. (2005). Physical activity, cardiovascular risk factors, and mortality among finnish adults with diabetes. *Diabetes Care, 28*(4), 799-805. doi: 10.2337/diacare.28.4.799

Hughes, L., & Leavey, G. (2012). Setting the bar: Athletes and vulnerability to mental illness. *Br J Psychiatry, 200*(2), 95-96. doi: 10.1192/bjp.bp.111.095976

Humphreys, D. K., Goodman, A., & Ogilvie, D. (2013). Associations between active commuting and physical and mental wellbeing. *Prev Med, 57*(2), 135-139. doi: 10.1016/j.ypmed.2013.04.008

Iaccarino, G., Franco, D., Sorriento, D., Strisciuglio, T., Barbato, E., & Morisco, C. (2021). Modulation of insulin sensitivity by exercise training: Implications for cardiovascular prevention. *J Cardiovasc Transl Res, 14*(2), 256-270. doi: 10.1007/s12265-020-10057-w

Ighbariya, A., & Weiss, R. (2017). Insulin resistance, prediabetes, metabolic syndrome: What should every pediatrician know? *J Clin Res Pediatr Endocrinol, 9*(Suppl 2), 49-57. doi: 10.4274/jcrpe.2017.S005

Institute for health metrics and evaluation : Covid-19 results briefing - global (2022).). from https://www.healthdata.org/sites/default/files/files/Projects/COVID/2022/1_briefing_Global_8.pdf

Ismail, II, Kamel, W. A., & Al-Hashel, J. Y. (2021). Association of covid-19 pandemic and rate of cognitive decline in patients with dementia and mild cognitive impairment: A cross-sectional study. *Gerontol Geriatr Med, 7*, 23337214211005223. doi: 10.1177/23337214211005223

Jewett, R., Sabiston, C. M., Brunet, J., O'Loughlin, E. K., Scarapicchia, T., & O'Loughlin, J. (2014). School sport participation during adolescence and mental health in early adulthood. *J Adolesc Health, 55*(5), 640-644. doi: 10.1016/j.jadohealth.2014.04.018

Jones, A., Perkins, C., Stansfield, J., Mason, J., O'Keefe, M., McHale, P., . . . Bellis, M.A. (2013). North west mental wellbeing survey 2012/13: Liverpool John Moores University (London).

Kandola, A., Ashdown-Franks, G., Hendrikse, J., Sabiston, C. M., & Stubbs, B. (2019). Physical activity and depression: Towards understanding the antidepressant mechanisms of physical activity. *Neurosci Biobehav Rev, 107*, 525-539. doi: 10.1016/j.neubiorev.2019.09.040

Kandola, A., Hendrikse, J., Lucassen, P. J., & Yucel, M. (2016). Aerobic exercise as a tool to improve hippocampal plasticity and function in humans: Practical implications for mental health treatment. *Front Hum Neurosci, 10*, 373. doi: 10.3389/fnhum.2016.00373

Karstoft, K., & Pedersen, B. K. (2016). Exercise and type 2 diabetes: Focus on metabolism and inflammation. *Immunol Cell Biol, 94*(2), 146-150. doi: 10.1038/icb.2015.101

Kaufman, K. R., Petkova, E., Bhui, K. S., & Schulze, T. G. (2020). A global needs assessment in times of a global crisis: World psychiatry response to the covid-19 pandemic. *BJPsych Open, 6*(3), e48. doi: 10.1192/bjo.2020.25

Keane, L., & Loades, M. (2017). Review: Low self-esteem and internalizing disorders in young people - a systematic review. *Child Adolesc Ment Health, 22*(1), 4-15. doi: 10.1111/camh.12204

Kenchaiah, S., Evans, J. C., Levy, D., Wilson, P. W., Benjamin, E. J., Larson, M. G., . . . Vasan, R. S. (2002). Obesity and the risk of heart failure. *N Engl J Med, 347*(5), 305-313. doi: 10.1056/NEJMoa020245

Kessler, R. C. (2012). The costs of depression. *Psychiatr Clin North Am, 35*(1), 1-14. doi: 10.1016/j.psc.2011.11.005

Kessler, R. C., Chiu, W. T., Demler, O., Merikangas, K. R., & Walters, E. E. (2005). Prevalence, severity, and comorbidity of 12-month dsm-iv disorders in the national comorbidity survey replication. *Arch Gen Psychiatry, 62*(6), 617-627. doi: 10.1001/archpsyc.62.6.617

Kettunen, O., Kyrolainen, H., Santtila, M., & Vasankari, T. (2014). Physical fitness and volume of leisure time physical activity relate with low stress and high mental resources in young men. *J Sports Med Phys Fitness, 54*(4), 545-551.

Keyes, C. L. (2002). The mental health continuum: From languishing to flourishing in life. *J Health Soc Behav, 43*(2), 207-222.

Keyes, C. L. (2005). Mental illness and/or mental health? Investigating axioms of the complete state model of health. *J Consult Clin Psychol, 73*(3), 539-548. doi: 10.1037/0022-006X.73.3.539

Keyes, C. L. (2006). Mental health in adolescence: Is america's youth flourishing? *Am J Orthopsychiatry, 76*(3), 395-402. doi: 10.1037/0002-9432.76.3.395

Keyes, C. L. (2007). Promoting and protecting mental health as flourishing: A complementary strategy for improving national mental health. *Am Psychol, 62*(2), 95-108. doi: 10.1037/0003-066X.62.2.95

Keyes, C. L., Eisenberg, D., Perry, G. S., Dube, S. R., Kroenke, K., & Dhingra, S. S. (2012). The relationship of level of positive mental health with current mental disorders in predicting suicidal behavior and academic impairment in college students. *J Am Coll Health, 60*(2), 126-133. doi: 10.1080/07448481.2011.608393

Keyes, C. L., & Ryff, C. D. (2003). Somatization and mental health: A comparative study of the idiom of distress hypothesis. *Soc Sci Med, 57*(10), 1833-1845. doi: 10.1016/s0277-9536(03)00017-0

Kharel, M., Sakamoto, J. L., Carandang, R. R., Ulambayar, S., Shibanuma, A., Yarotskaya, E., . . . Jimba, M. (2022). Impact of covid-19 pandemic lockdown on movement behaviours of children and adolescents: A systematic review. *BMJ Glob Health, 7*(1). doi: 10.1136/bmjgh-2021-007190

Kim, JH., & McKenzie, LA. (2014). The impacts of physical exercise on stress coping and well-being in university students in the context of leisure *Health*

06(19), 2570–2580.

King, A. C., Haskell, W. L., Young, D. R., Oka, R. K., & Stefanick, M. L. (1995). Long-term effects of varying intensities and formats of physical activity on participation rates, fitness, and lipoproteins in men and women aged 50 to 65 years. *Circulation, 91*(10), 2596-2604. doi: 10.1161/01.cir.91.10.2596

Kirkcaldy, B. D., Shephard, R. J., & Siefen, R. G. (2002). The relationship between physical activity and self-image and problem behaviour among adolescents. *Soc Psychiatry Psychiatr Epidemiol, 37*(11), 544-550. doi: 10.1007/s00127-002-0554-7

Kiviniemi, M. T., Voss-Humke, A. M., & Seifert, A. L. (2007). How do i feel about the behavior? The interplay of affective associations with behaviors and cognitive beliefs as influences on physical activity behavior. *Health Psychol, 26*(2), 152-158. doi: 10.1037/0278-6133.26.2.152

Kleppang, A. L., de Ridder, K., Haugland, S. H., & Stea, T. H. (2021). Physical activity, sugar-sweetened beverages, whole grain bread and insomnia among adolescents and psychological distress in adulthood: Prospective data from the population-based hunt study. *Int J Behav Nutr Phys Act, 18*(1), 143. doi: 10.1186/s12966-021-01215-7

Kodama, S., Tanaka, S., Saito, K., Shu, M., Sone, Y., Onitake, F., . . . Sone, H. (2007). Effect of aerobic exercise training on serum levels of high-density lipoprotein cholesterol: A meta-analysis. *Arch Intern Med, 167*(10), 999-1008. doi: 10.1001/archinte.167.10.999

Lamers, S. M; Westerhof, G. J; Bohlmeijer, E. T.; ten Klooster, P. M.; Keyes, C. L. (2011). Evaluating the psychometric properties of the mental health continuum-short form (mhc-sf). *J Clin Psychol, 67*(1), 99-110. doi: 10.1002/jclp.20741

Lasselin, J., & Capuron, L. (2014). Chronic low-grade inflammation in metabolic disorders: Relevance for behavioral symptoms. *Neuroimmunomodulation, 21*(2-3), 95-101. doi: 10.1159/000356535

Lazarus, R.S., & Folkman, S. (1984). *Stress, appraisal, and coping*. New York: NY: Springer Publishing.

Lee, I. M., & Paffenbarger, R. S., Jr. (2000). Associations of light, moderate, and vigorous intensity physical activity with longevity. The harvard alumni health study. *Am J Epidemiol, 151*(3), 293-299. doi: 10.1093/oxfordjournals.aje.a010205

Lee, I. M., Shiroma, E. J., Lobelo, F., Puska, P., Blair, S. N., Katzmarzyk, P. T., & Lancet Physical Activity Series Working, Group. (2012). Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: An analysis of burden of disease and life expectancy. *Lancet, 380*(9838), 219-229. doi: 10.1016/S0140-6736(12)61031-9

Lesser, I. A., & Nienhuis, C. P. (2020). The impact of covid-19 on physical activity behavior and well-being of canadians. *Int J Environ Res Public Health, 17*(11). doi: 10.3390/ijerph17113899

Leventhal, A. M. (2012). Relations between anhedonia and physical activity. *Am J Health Behav, 36*(6), 860-872. doi: 10.5993/AJHB.36.6.12

Li, F., Li, Y., Duan, Y., Hu, C. A., Tang, Y., & Yin, Y. (2017). Myokines and adipokines: Involvement in the crosstalk between skeletal muscle and adipose tissue. *Cytokine Growth Factor Rev, 33*, 73-82. doi: 10.1016/j.cytogfr.2016.10.003

Lin, X., Zhang, X., Guo, J., Roberts, C. K., McKenzie, S., Wu, W. C., . . . Song, Y. (2015). Effects of exercise training on cardiorespiratory fitness and biomarkers of cardiometabolic health: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J Am Heart Assoc, 4*(7). doi: 10.1161/JAHA.115.002014

Linke, A., Adams, V., Schulze, P. C., Erbs, S., Gielen, S., Fiehn, E., . . . Hambrecht, R. (2005). Antioxidative effects of exercise training in patients with chronic heart failure: Increase in radical scavenger enzyme activity in skeletal muscle. *Circulation, 111*(14), 1763-1770. doi: 10.1161/01.CIR.0000165503.08661.E5

Liu, C., Feng, X., Li, Q., Wang, Y., Li, Q., & Hua, M. (2016). Adiponectin, tnf-alpha and inflammatory cytokines and risk of type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis. *Cytokine, 86*, 100-109. doi: 10.1016/j.cyto.2016.06.028

Mak, W. W., Law, R. W., Woo, J., Cheung, F. M., & Lee, D. (2009). Social support and psychological adjustment to sars: The mediating role of self-care self-efficacy. *Psychol Health, 24*(2), 161-174. doi: 10.1080/08870440701447649

Malchow, B., Reich-Erkelenz, D., Oertel-Knochel, V., Keller, K., Hasan, A., Schmitt, A., . . . Falkai, P. (2013). The effects of physical exercise in schizophrenia and affective disorders. *Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci, 263*(6), 451-467. doi: 10.1007/s00406-013-0423-2

Maltais, F., Decramer, M., Casaburi, R., Barreiro, E., Burelle, Y., Debigare, R., . . . COPD, Ats Ers Ad Hoc Committee on Limb Muscle Dysfunction in. (2014). An official american thoracic society/european respiratory society statement: Update on limb muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med, 189*(9), e15-62. doi: 10.1164/rccm.201402-0373ST

Mancusi, C., Izzo, R., di Gioia, G., Losi, M. A., Barbato, E., & Morisco, C. (2020). Insulin resistance the hinge between hypertension and type 2 diabetes. *High Blood Press Cardiovasc Prev, 27*(6), 515-526. doi: 10.1007/s40292-020-00408-8

Mannes, Z. L., Waxenberg, L. B., Cottler, L. B., Perlstein, W. M., Burrell, L. E., 2nd, Ferguson, E. G., . . . Ennis, N. (2019). Prevalence and correlates of psychological distress among retired elite athletes: A systematic review. *Int Rev Sport Exerc Psychol, 12*(1), 265-294. doi: 10.1080/1750984X.2018.1469162

Mason, P., Curl, A., & Kearns, A. (2016). Domains and levels of physical activity are linked to mental health and wellbeing in deprived neighbourhoods: A cross-sectional study. *Mental Health and Physical Activity, 11*, 19-28.

Maurizi, G., Della Guardia, L., Maurizi, A., & Poloni, A. (2018). Adipocytes properties and crosstalk with immune system in obesity-related inflammation. *J Cell Physiol, 233*(1), 88-97. doi: 10.1002/jcp.25855

McAuley, E., & Blissmer, B. (2000). Self-efficacy determinants and consequences of physical activity. *Exerc Sport Sci Rev, 28*(2), 85-88.

McBride, H., & Ireland, C. . (2016). The impact of coping style, self-efficacy, emotional reaction and resilience on trauma related intrusive thoughts. . *Journal of Forensic Practice 18*(3), 229–239.

McClelland, M., Geldhof, J., Morrison, F., Gestsdottir, S., Cameron, C., Bowers, E., . . . Grammer, J. (2018). Self-regulation. In N. Halfon (Ed.), *Handbook of life course health development*.

McDowell, C. P., Dishman, R. K., Gordon, B. R., & Herring, M. P. (2019). Physical activity and anxiety: A systematic review and meta-analysis of prospective cohort studies. *Am J Prev Med, 57*(4), 545-556. doi: 10.1016/j.amepre.2019.05.012

McPhie, M. L., & Rawana, J. S. (2015). The effect of physical activity on depression in adolescence and emerging adulthood: A growth-curve analysis. *J Adolesc, 40*, 83-92. doi: 10.1016/j.adolescence.2015.01.008

McTigue, K. M., Harris, R., Hemphill, B., Lux, L., Sutton, S., Bunton, A. J., & Lohr, K. N. (2003). Screening and interventions for obesity in adults: Summary of the evidence for the u.S. Preventive services task force. *Ann Intern Med, 139*(11), 933-949. doi: 10.7326/0003-4819-139-11-200312020-00013

Miller, W. C., Koceja, D. M., & Hamilton, E. J. (1997). A meta-analysis of the past 25 years of weight loss research using diet, exercise or diet plus exercise intervention. *Int J Obes Relat Metab Disord, 21*(10), 941-947. doi: 10.1038/sj.ijo.0800499

Mitchell, N. S., Catenacci, V. A., Wyatt, H. R., & Hill, J. O. (2011). Obesity: Overview of an epidemic. *Psychiatr Clin North Am, 34*(4), 717-732. doi: 10.1016/j.psc.2011.08.005

Mo, Y., Deng, L., Zhang, L., Lang, Q., Pang, H., Liao, C., . . . Huang, H. (2021). Anxiety of nurses to support wuhan in fighting against covid-19 epidemic and its correlation with work stress and self-efficacy. *J Clin Nurs, 30*(3-4), 397-405. doi: 10.1111/jocn.15549

Morisco, C., Lembo, G., & Trimarco, B. (2006). Insulin resistance and cardiovascular risk: New insights from molecular and cellular biology. *Trends Cardiovasc Med, 16*(6), 183-188. doi: 10.1016/j.tcm.2006.03.008

Murray, R. M., Sabiston, C. M., Dore, I., Belanger, M., & O'Loughlin, J. L. (2021). Association between pattern of team sport participation from adolescence to young adulthood and mental health. *Scand J Med Sci Sports, 31*(7), 1481-1488. doi: 10.1111/sms.13957

Nyberg, J., Henriksson, M., Aberg, M. A. I., Rosengren, A., Soderberg, M., Aberg, N. D., . . . Waern, M. (2018). Cardiovascular fitness in late adolescent males and later risk of serious non-affective mental disorders: A prospective, population-based study. *Psychol Med, 48*(3), 416-425. doi: 10.1017/S0033291717001763

Okuyama, J., Seto, S., Fukuda, Y., Funakoshi, S., Amae, S., Onobe, J., . . . Imamura, F. (2021). Mental health and physical activity among children and adolescents during the covid-19 pandemic. *Tohoku J Exp Med, 253*(3), 203-215. doi: 10.1620/tjem.253.203

Olthuis, J. V., Watt, M. C., Bailey, K., Hayden, J. A., & Stewart, S. H. (2016). Therapist-supported internet cognitive behavioural therapy for anxiety disorders in adults. *Cochrane Database Syst Rev, 3*(3), CD011565. doi: 10.1002/14651858.CD011565.pub2

Owen, KB., Smith, J., Lubans, DR., Ng, JY., & Lonsdale, C. (2014). Self-determined motivation and physical activity in children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Preventive medicine, 67*, 270-279.

Palatini, P., Graniero, G. R., Mormino, P., Nicolosi, L., Mos, L., Visentin, P., & Pessina, A. C. (1994). Relation between physical training and ambulatory blood pressure in stage i hypertensive subjects. Results of the harvest trial. Hypertension and ambulatory recording venetia study. *Circulation, 90*(6), 2870-2876. doi: 10.1161/01.cir.90.6.2870

Pascoe, M., Bailey, A. P., Craike, M., Carter, T., Patten, R., Stepto, N., & Parker, A. (2020). Physical activity and exercise in youth mental health promotion: A scoping review. *BMJ Open Sport Exerc Med, 6*(1), e000677. doi: 10.1136/bmjsem-2019-000677

Passavanti, M., Argentieri, A., Barbieri, D. M., Lou, B., Wijayaratna, K., Foroutan Mirhosseini, A. S., . . . Ho, C. H. (2021). The psychological impact of covid-19 and restrictive measures in the world. *J Affect Disord, 283*, 36-51. doi: 10.1016/j.jad.2021.01.020

Pedersen, B. K. (2017). Anti-inflammatory effects of exercise: Role in diabetes and cardiovascular disease. *Eur J Clin Invest, 47*(8), 600-611. doi: 10.1111/eci.12781

Perchtold-Stefan, C. M., Fink, A., Rominger, C., Weiss, E. M., & Papousek, I. (2020). More habitual physical activity is linked to the use of specific, more adaptive cognitive reappraisal strategies in dealing with stressful events. *Stress Health, 36*(3), 274-286. doi: 10.1002/smi.2929

Phillips, S. P., Reipas, K., & Zelek, B. (2019). Stresses, strengths and resilience in adolescents: A qualitative study. *J Prim Prev, 40*(6), 631-642. doi: 10.1007/s10935-019-00570-3

Pickett, K., Yardley, L., & Kendrick, T. (2012). Physical activity and depression: A multiple mediation analysis. *Mental Health and Physical Activity, 5*(2), 125-134.

Pierce, M., Hope, H., Ford, T., Hatch, S., Hotopf, M., John, A., . . . Abel, K. M. (2020). Mental health before and during the covid-19 pandemic: A longitudinal probability sample survey of the uk population. *Lancet Psychiatry, 7*(10), 883-892. doi: 10.1016/S2215-0366(20)30308-4

Pluhar, E., McCracken, C., Griffith, K. L., Christino, M. A., Sugimoto, D., & Meehan, W. P., 3rd. (2019). Team sport athletes may be less likely to suffer anxiety or depression than individual sport athletes. *J Sports Sci Med, 18*(3), 490-496.

Poulsen, R.H., Biering, K., & Andersen, J.H. (2016). The association between leisure time physical activity in adolescence and poor mental health in early adulthood: A prospective cohort study. *BMC Public Health, 16*(3).

Purcell, R., Pilkington, V., Carberry, S., Reid, D., Gwyther, K., Hall, K., . . . Rice, S. (2022). An evidence-informed framework to promote mental wellbeing in elite sport. *Front Psychol, 13*, 780359. doi: 10.3389/fpsyg.2022.780359

Purcell, R., Rice, S., Butterworth, M., & Clements, M. (2020). Rates and correlates of mental health symptoms in currently competing elite athletes from the australian national high-performance sports system. *Sports Med, 50*(9), 1683-1694. doi: 10.1007/s40279-020-01266-z

Rangul, V., Bauman, A., Holmen, T. L., & Midthjell, K. (2012). Is physical activity maintenance from adolescence to young adulthood associated with reduced cvd risk factors, improved mental health and satisfaction with life: The hunt study, norway. *Int J Behav Nutr Phys Act, 9*, 144. doi: 10.1186/1479-5868-9-144

Ravens-Sieberer, U., Kaman, A., Erhart, M., Otto, C., Devine, J., Loffler, C., . . . Holling, H. (2021). Quality of life and mental health in children and adolescents during the first year of the covid-19 pandemic: Results of a two-wave nationwide population-based study. *Eur Child Adolesc Psychiatry*. doi: 10.1007/s00787-021-01889-1

Reardon, C. L., & Factor, R. M. (2010). Sport psychiatry: A systematic review of diagnosis and medical treatment of mental illness in athletes. *Sports Med, 40*(11), 961-980. doi: 10.2165/11536580-000000000-00000

Reardon, C. L., Hainline, B., Aron, C. M., Baron, D., Baum, A. L., Bindra, A., . . . Engebretsen, L. (2019). Mental health in elite athletes: International olympic committee consensus statement (2019). *Br J Sports Med, 53*(11), 667-699. doi: 10.1136/bjsports-2019-100715

Remes, O., Brayne, C., van der Linde, R., & Lafortune, L. (2016). A systematic review of reviews on the prevalence of anxiety disorders in adult populations. *Brain Behav, 6*(7), e00497. doi: 10.1002/brb3.497

Rice, S. M., Gwyther, K., Santesteban-Echarri, O., Baron, D., Gorczynski, P., Gouttebarge, V., . . . Purcell, R. (2019). Determinants of anxiety in elite athletes: A systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med, 53*(11), 722-730. doi: 10.1136/bjsports-2019-100620

Rice, S. M., Purcell, R., De Silva, S., Mawren, D., McGorry, P. D., & Parker, A. G. (2016). The mental health of elite athletes: A narrative systematic review. *Sports Med, 46*(9), 1333-1353. doi: 10.1007/s40279-016-0492-2

Richards, J., Jiang, X., Kelly, P., Chau, J., Bauman, A., & Ding, D. (2015). Don't worry, be happy: Cross-sectional associations between physical activity and happiness in 15 european countries. *BMC Public Health, 15*, 53. doi: 10.1186/s12889-015-1391-4

Rodgers, W. M., Wilson, P. M., Hall, C. R., Fraser, S. N., & Murray, T. C. (2008). Evidence for a multidimensional self-efficacy for exercise scale. *Res Q Exerc Sport, 79*(2), 222-234. doi: 10.1080/02701367.2008.10599485

Ross, R., de Lannoy, L., & Stotz, P. J. (2015). Separate effects of intensity and amount of exercise on interindividual cardiorespiratory fitness response. *Mayo Clin Proc, 90*(11), 1506-1514. doi: 10.1016/j.mayocp.2015.07.024

Ryan, RM., Frederick, CM., Lepes, D., Rubio, N., & Sheldon, KM. . (1997). Intrinsic motivation and exercise adherence. *Int J Sport Psychol. , 28*(4), 335-354.

Sabiston, C. M., Jewett, R., Ashdown-Franks, G., Belanger, M., Brunet, J., O'Loughlin, E., & O'Loughlin, J. (2016). Number of years of team and individual sport participation during adolescence and depressive symptoms in early adulthood. *J Sport Exerc Psychol, 38*(1), 105-110. doi: 10.1123/jsep.2015-0175

Sagatun, A., Heyerdahl, S., Wentzel-Larsen, T., & Lien, L. (2015). Medical benefits in young adulthood: A population-based longitudinal study of health behaviour and mental health in adolescence and later receipt of medical benefits. *BMJ Open, 5*(5), e007139. doi: 10.1136/bmjopen-2014-007139

Sagatun, A., Sogaard, A. J., Bjertness, E., Selmer, R., & Heyerdahl, S. (2007). The association between weekly hours of physical activity and mental health: A three-year follow-up study of 15-16-year-old students in the city of oslo, norway. *BMC Public Health, 7*, 155. doi: 10.1186/1471-2458-7-155

Sakellariou, X. M., Papafaklis, M. I., Domouzoglou, E. M., Katsouras, C. S., Michalis, L. K., & Naka, K. K. (2021). Exercise-mediated adaptations in vascular function and structure: Beneficial effects in coronary artery disease. *World J Cardiol, 13*(9), 399-415. doi: 10.4330/wjc.v13.i9.399

Samji, H., Wu, J., Ladak, A., Vossen, C., Stewart, E., Dove, N., . . . Snell, G. (2021). Review: Mental health impacts of the covid-19 pandemic on children and youth - a systematic review. *Child Adolesc Ment Health*. doi: 10.1111/camh.12501

Sanders, G., & Stevinson, C. (2017). Associations between retirement reasons, chronic pain, athletic identity, and depressive symptoms among former professional footballers. *Eur J Sport Sci, 17*(10), 1311-1318. doi: 10.1080/17461391.2017.1371795

Sassone, B., Mandini, S., Grazzi, G., Mazzoni, G., Myers, J., & Pasanisi, G. (2020). Impact of covid-19 pandemic on physical activity in patients with implantable cardioverter-defibrillators. *J Cardiopulm Rehabil Prev, 40*(5), 285-286. doi: 10.1097/HCR.0000000000000539

Schaal, K., Tafflet, M., Nassif, H., Thibault, V., Pichard, C., Alcotte, M., . . . Toussaint, J. F. (2011). Psychological balance in high level athletes: Gender-based differences and sport-specific patterns. *PLoS One, 6*(5), e19007. doi: 10.1371/journal.pone.0019007

Schuch, F. B., & Stubbs, B. (2019). The role of exercise in preventing and treating depression. *Curr Sports Med Rep, 18*(8), 299-304. doi: 10.1249/JSR.0000000000000620

Schuch, F. B., Stubbs, B., Meyer, J., Heissel, A., Zech, P., Vancampfort, D., . . . Hiles, S. A. (2019). Physical activity protects from incident anxiety: A meta-analysis of prospective cohort studies. *Depress Anxiety, 36*(9), 846-858. doi: 10.1002/da.22915

Schuch, F. B., Vancampfort, D., Firth, J., Rosenbaum, S., Ward, P. B., Silva, E. S., . . . Stubbs, B. (2018). Physical activity and incident depression: A meta-analysis of prospective cohort studies. *Am J Psychiatry, 175*(7), 631-648. doi: 10.1176/appi.ajp.2018.17111194

Schuch, F. B., Vancampfort, D., Richards, J., Rosenbaum, S., Ward, P. B., & Stubbs, B. (2016). Exercise as a treatment for depression: A meta-analysis adjusting for publication bias. *J Psychiatr Res, 77*, 42-51. doi: 10.1016/j.jpsychires.2016.02.023

Sebire, S. J., Jago, R., Fox, K. R., Edwards, M. J., & Thompson, J. L. (2013). Testing a self-determination theory model of children's physical activity motivation: A cross-sectional study. *Int J Behav Nutr Phys Act, 10*, 111. doi: 10.1186/1479-5868-10-111

Sharifi, V., Eaton, W. W., Wu, L. T., Roth, K. B., Burchett, B. M., & Mojtabai, R. (2015). Psychotic experiences and risk of death in the general population: 24-27 year follow-up of the epidemiologic catchment area study. *Br J Psychiatry, 207*(1), 30-36. doi: 10.1192/bjp.bp.113.143198

Shechter, A., Diaz, F., Moise, N., Anstey, D. E., Ye, S., Agarwal, S., . . . Abdalla, M. (2020). Psychological distress, coping behaviors, and preferences for support among new york healthcare workers during the covid-19 pandemic. *Gen Hosp Psychiatry, 66*, 1-8. doi: 10.1016/j.genhosppsych.2020.06.007

Sheffler, P., Rodriguez, T. M., Cheung, C. S., & Wu, R. (2022). Cognitive and metacognitive, motivational, and resource considerations for learning new skills across the lifespan. *Wiley Interdiscip Rev Cogn Sci, 13*(2), e1585. doi: 10.1002/wcs.1585

Shenoy, M. A., & Paul, V. (2022). Pulmonary rehabilitation *Statpearls*. Treasure Island (FL).

Shirtcliff, E. A., Dahl, R. E., & Pollak, S. D. (2009). Pubertal development: Correspondence between hormonal and physical development. *Child Dev, 80*(2), 327-337. doi: 10.1111/j.1467-8624.2009.01263.x

Silva Junior, Fjgd, Sales, Jces, Monteiro, C. F. S., Costa, A. P. C., Campos, L. R. B., Miranda, P. I. G., . . . Lopes-Junior, L. C. (2020). Impact of covid-19 pandemic on mental health of young people and adults: A systematic review protocol of observational studies. *BMJ Open, 10*(7), e039426. doi: 10.1136/bmjopen-2020-039426

Smith, A.D., Crippa, A., Woodcock, J., & Brage, S. (2016). Physical activity and incident type 2 diabetes mellitus: A systematic review and dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. *Diabetologia, 59*(12), 2527-2545. doi: 10.1007/s00125-016-4079-0

Smith, L., Jacob, L., Yakkundi, A., McDermott, D., Armstrong, N. C., Barnett, Y., . . . Tully, M. A. (2020). Correlates of symptoms of anxiety and depression and mental wellbeing associated with covid-19: A cross-sectional study of uk-based respondents. *Psychiatry Res, 291*, 113138. doi: 10.1016/j.psychres.2020.113138

Smits, J. A., Berry, A. C., Rosenfield, D., Powers, M. B., Behar, E., & Otto, M. W. (2008). Reducing anxiety sensitivity with exercise. *Depress Anxiety, 25*(8), 689-699. doi: 10.1002/da.20411

Sofi, F., Valecchi, D., Bacci, D., Abbate, R., Gensini, G. F., Casini, A., & Macchi, C. (2011). Physical activity and risk of cognitive decline: A meta-analysis of prospective studies. *J Intern Med, 269*(1), 107-117. doi: 10.1111/j.1365-2796.2010.02281.x

Spruit, M. A., Singh, S. J., Garvey, C., ZuWallack, R., Nici, L., Rochester, C., . . . Rehabilitation, Ats Ers Task Force on Pulmonary. (2013). An official american thoracic society/european

respiratory society statement: Key concepts and advances in pulmonary rehabilitation. *Am J Respir Crit Care Med, 188*(8), e13-64. doi: 10.1164/rccm.201309-1634ST

St Quinton, T. (2017). Promoting physical activity through priming the content of motivation. *Front Psychol, 8*, 1509. doi: 10.3389/fpsyg.2017.01509

Statistics Canada. (2011). National household survey (nhs)

Strath, S. J., Kaminsky, L. A., Ainsworth, B. E., Ekelund, U., Freedson, P. S., Gary, R. A., . . . Council. (2013). Guide to the assessment of physical activity: Clinical and research applications: A scientific statement from the american heart association. *Circulation, 128*(20), 2259-2279. doi: 10.1161/01.cir.0000435708.67487.da

Strecher, V. J., DeVellis, B. M., Becker, M. H., & Rosenstock, I. M. (1986). The role of self-efficacy in achieving health behavior change. *Health Educ Q, 13*(1), 73-92. doi: 10.1177/109019818601300108

Strohle, A., Graetz, B., Scheel, M., Wittmann, A., Feller, C., Heinz, A., & Dimeo, F. (2009). The acute antipanic and anxiolytic activity of aerobic exercise in patients with panic disorder and healthy control subjects. *J Psychiatr Res, 43*(12), 1013-1017. doi: 10.1016/j.jpsychires.2009.02.004

Strohle, A., Hofler, M., Pfister, H., Muller, A. G., Hoyer, J., Wittchen, H. U., & Lieb, R. (2007). Physical activity and prevalence and incidence of mental disorders in adolescents and young adults. *Psychol Med, 37*(11), 1657-1666. doi: 10.1017/S003329170700089X

Stubbs, B., Vancampfort, D., De Hert, M., & Mitchell, A. J. (2015). The prevalence and predictors of type two diabetes mellitus in people with schizophrenia: A systematic review and comparative meta-analysis. *Acta Psychiatr Scand, 132*(2), 144-157. doi: 10.1111/acps.12439

Stubbs, B., Vancampfort, D., Rosenbaum, S., Firth, J., Cosco, T., Veronese, N., . . . Schuch, F. B. (2017). An examination of the anxiolytic effects of exercise for people with anxiety and stress-related disorders: A meta-analysis. *Psychiatry Res, 249*, 102-108. doi: 10.1016/j.psychres.2016.12.020

Stults-Kolehmainen, M. A., & Sinha, R. (2014). The effects of stress on physical activity and exercise. *Sports Med, 44*(1), 81-121. doi: 10.1007/s40279-013-0090-5

Suetani, S., Mamun, A., Williams, G. M., Najman, J. M., McGrath, J. J., & Scott, J. G. (2017). Longitudinal association between physical activity engagement during adolescence and mental health outcomes in young adults: A 21-year birth cohort study. *J Psychiatr Res, 94*, 116-123. doi: 10.1016/j.jpsychires.2017.06.013

Sung, K. C., Ryu, S., Lee, J. Y., Kim, J. Y., Wild, S. H., & Byrne, C. D. (2016). Effect of exercise on the development of new fatty liver and the resolution of existing fatty liver. *J Hepatol, 65*(4), 791-797. doi: 10.1016/j.jhep.2016.05.026

Tajik, E., Abd Latiff, L., Adznam, S. N., Awang, H., Yit Siew, C., & Abu Bakar, A. S. (2017). A study on level of physical activity, depression, anxiety and stress symptoms among adolescents. *J Sports Med Phys Fitness, 57*(10), 1382-1387. doi: 10.23736/S0022-4707.16.06658-5

Tamminem, N., Reinikainen, J., Appelqvist-Schmidlechner, K., Borodulin, K., Maki-Opas, T., & Solin, P. (2020). Associations of physical activity with positive mental health: A population-based study. *Mental Health and Physical Activity, 18*.

Tantimonaco, M., Ceci, R., Sabatini, S., Catani, M. V., Rossi, A., Gasperi, V., & Maccarrone, M. (2014). Physical activity and the endocannabinoid system: An overview. *Cell Mol Life Sci, 71*(14), 2681-2698. doi: 10.1007/s00018-014-1575-6

Teychenne, M., Costigan, S. A., & Parker, K. (2015). The association between sedentary behaviour and risk of anxiety: A systematic review. *BMC Public Health, 15*, 513. doi: 10.1186/s12889-015-1843-x

Teychenne, M., White, R.L., Richards, J., Schuch, F.B., Rosenbaum, S., & 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.

Tondo, G., Sarasso, B., Serra, P., Tesser, F., & Comi, C. (2021). The impact of the covid-19 pandemic on the cognition of people with dementia. *Int J Environ Res Public Health, 18*(8). doi: 10.3390/ijerph18084285

Tonorezos, E. S., Ford, J. S., Wang, L., Ness, K. K., Yasui, Y., Leisenring, W., . . . Jones, L. W. (2019). Impact of exercise on psychological burden in adult survivors of childhood cancer: A report from the childhood cancer survivor study. *Cancer, 125*(17), 3059-3067. doi: 10.1002/cncr.32173

Trainor, S., Delfabbro, P., Anderson, S., & Winefield, A. (2010). Leisure activities and adolescent psychological well-being. *J Adolesc, 33*(1), 173-186. doi: 10.1016/j.adolescence.2009.03.013

Twenge, J. M., & Joiner, T. E. (2020). Mental distress among u.S. Adults during the covid-19 pandemic. *J Clin Psychol, 76*(12), 2170-2182. doi: 10.1002/jclp.23064

Umegaki, H., Sakurai, T., & Arai, H. (2021). Active life for brain health: A narrative review of the mechanism underlying the protective effects of physical activity on the brain. *Front Aging Neurosci, 13*, 761674. doi: 10.3389/fnagi.2021.761674

Umpierre, D., Ribeiro, P. A., Kramer, C. K., Leitao, C. B., Zucatti, A. T., Azevedo, M. J., . . . Schaan, B. D. (2011). Physical activity advice only or structured exercise training and association with hba1c levels in type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis. *JAMA, 305*(17), 1790-1799. doi: 10.1001/jama.2011.576

Umpierre, D., Ribeiro, P. A., Schaan, B. D., & Ribeiro, J. P. (2013). Volume of supervised exercise training impacts glycaemic control in patients with type 2 diabetes: A systematic review with meta-regression analysis. *Diabetologia, 56*(2), 242-251. doi: 10.1007/s00125-012-2774-z

Valente, M. J., Rijnhart, J. J. M., Smyth, H. L., Muniz, F. B., & MacKinnon, D. P. (2020). Causal mediation programs in r, mplus, sas, spss, and stata. *Struct Equ Modeling, 27*(6), 975-984. doi: 10.1080/10705511.2020.1777133

Valeri, L., & Vanderweele, T. J. (2013). Mediation analysis allowing for exposure-mediator interactions and causal interpretation: Theoretical assumptions and implementation with sas and spss macros. *Psychol Methods, 18*(2), 137-150. doi: 10.1037/a0031034

van Bakel, B. M. A., Bakker, E. A., de Vries, F., Thijssen, D. H. J., & Eijsvogels, T. M. H. (2021). Impact of covid-19 lockdown on physical activity and sedentary behaviour in dutch cardiovascular disease patients. *Neth Heart J, 29*(5), 273-279. doi: 10.1007/s12471-021-01550-1

Vancampfort, D., Rosenbaum, S., Ward, P. B., & Stubbs, B. (2015). Exercise improves cardiorespiratory fitness in people with schizophrenia: A systematic review and meta-analysis. *Schizophr Res, 169*(1-3), 453-457. doi: 10.1016/j.schres.2015.09.029

Vancini, R. L., Andrade, M. S., Viana, R. B., Nikolaidis, P. T., Knechtle, B., Campanharo, C. R. V., . . . de Lira, C. A. B. (2021). Physical exercise and covid-19 pandemic in pubmed: Two months of dynamics and one year of original scientific production. *Sports Med Health Sci, 3*(2), 80-92. doi: 10.1016/j.smhs.2021.04.004

VanderWeele, T. J., & Vansteelandt, S. (2009). Conceptual issues concerning mediation, intreventions and composition. *Stat Interface, 2*, 457-468.

Violant-Holz, V., Gallego-Jimenez, M. G., Gonzalez-Gonzalez, C. S., Munoz-Violant, S., Rodriguez, M. J., Sansano-Nadal, O., & Guerra-Balic, M. (2020). Psychological health and physical activity levels during the covid-19 pandemic: A systematic review. *Int J Environ Res Public Health, 17*(24). doi: 10.3390/ijerph17249419

Vogelzangs, N., Beekman, A. T., de Jonge, P., & Penninx, B. W. (2013). Anxiety disorders and inflammation in a large adult cohort. *Transl Psychiatry, 3*(4), e249. doi: 10.1038/tp.2013.27

Vos, T., Abajobir, A.A, Abate, K.H., Abbafati, C., Abbas, K.M., Abd-Allah, F., & Murray, C.J.L. (2017). Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 328 diseases and injuries for 195 countries, 1990-2016: A systematic analysis for the global burden of disease study 2016. *Lancet, 390*(10100), 1211-1259.

Voss, M. W., Vivar, C., Kramer, A. F., & van Praag, H. (2013). Bridging animal and human models of exercise-induced brain plasticity. *Trends Cogn Sci, 17*(10), 525-544. doi: 10.1016/j.tics.2013.08.001

Walton, C. C., Rice, S., Gao, C. X., Butterworth, M., Clements, M., & Purcell, R. (2021). Gender differences in mental health symptoms and risk factors in australian elite athletes. *BMJ Open Sport Exerc Med, 7*(1), e000984. doi: 10.1136/bmjsem-2020-000984

Wang, G., Zhang, Y., Zhao, J., Zhang, J., & Jiang, F. (2020). Mitigate the effects of home confinement on children during the covid-19 outbreak. *Lancet, 395*(10228), 945-947. doi: 10.1016/S0140-6736(20)30547-X

Warburton, D. E., Nicol, C. W., & Bredin, S. S. (2006). Health benefits of physical activity: The evidence. *CMAJ, 174*(6), 801-809. doi: 10.1503/cmaj.051351

Waschki, B., Kirsten, A., Holz, O., Muller, K. C., Meyer, T., Watz, H., & Magnussen, H. (2011). Physical activity is the strongest predictor of all-cause mortality in patients with copd: A prospective cohort study. *Chest, 140*(2), 331-342. doi: 10.1378/chest.10-2521

Wegner, M., Helmich, I., Machado, S., Nardi, A. E., Arias-Carrion, O., & Budde, H. (2014). Effects of exercise on anxiety and depression disorders: Review of meta- analyses and neurobiological mechanisms. *CNS Neurol Disord Drug Targets, 13*(6), 1002-1014. doi: 10.2174/1871527313666140612102841

Wen, C. P., Wai, J. P., Tsai, M. K., Yang, Y. C., Cheng, T. Y., Lee, M. C., . . . Wu, X. (2011). Minimum amount of physical activity for reduced mortality and extended life expectancy: A prospective cohort study. *Lancet, 378*(9798), 1244-1253. doi: 10.1016/S0140-6736(11)60749-6

Wewege, M. A., Thom, J. M., Rye, K. A., & Parmenter, B. J. (2018). Aerobic, resistance or combined training: A systematic review and meta-analysis of exercise to reduce cardiovascular risk in adults with metabolic syndrome. *Atherosclerosis, 274*, 162-171. doi: 10.1016/j.atherosclerosis.2018.05.002

White-Gosselin, C.E., Poulin, F., & Denault, A.S. (2023). Trajectories of team and individual sports participation in childhood and links with internalizing problems. *Social Development, 32*, 348-364.

White, R. L., Babic, M. J., Parker, P. D., Lubans, D. R., Astell-Burt, T., & Lonsdale, C. (2017). Domain-specific physical activity and mental health: A meta-analysis. *Am J Prev Med, 52*(5), 653-666. doi: 10.1016/j.amepre.2016.12.008

White, R. L., Parker, P. D., Lubans, D. R., MacMillan, F., Olson, R., Astell-Burt, T., & Lonsdale, C. (2018). Domain-specific physical activity and affective wellbeing among adolescents: An observational study of the moderating roles of autonomous and controlled motivation. *Int J Behav Nutr Phys Act, 15*(1), 87. doi: 10.1186/s12966-018-0722-0

WHO. (2005). Promoting mental health: Concepts, emerging evidence, practice. In D. o. M. H. a. S. A. W. H. O. i. c. w. t. V. H. P. F. a. t. U. o. Melbourne (Ed.), (pp. 288).

WHO. (2017). Depression and other common mental disorders: Global health estimates In W. H. Organization (Ed.).

Wiles, N. J., Haase, A. M., Lawlor, D. A., Ness, A., & Lewis, G. (2012). Physical activity and depression in adolescents: Cross-sectional findings from the alspac cohort. *Soc Psychiatry Psychiatr Epidemiol, 47*(7), 1023-1033. doi: 10.1007/s00127-011-0422-4

Wilski, M., Brola, W., Koper, M., Gabryelski, J., Luniewska, M., Fudala, M., & Tomczak, M. (2024). Relationship between physical activity and coping with stress in people with multiple sclerosis: A moderated mediation model with self-efficacy and disability level as variables. *Int J Clin Health Psychol, 24*(1), 100415. doi: 10.1016/j.ijchp.2023.100415

Wing, R. R., Bolin, P., Brancati, F. L., Bray, G. A., Clark, J. M., Coday, M., . . . Yanovski, S. Z. (2013). Cardiovascular effects of intensive lifestyle intervention in type 2 diabetes. *N Engl J Med, 369*(2), 145-154. doi: 10.1056/NEJMoa1212914

Wingood, M., Peters, D. M., Gell, N. M., Brach, J. S., & Bean, J. F. (2022). Physical activity and physical activity participation barriers among adults 50 years and older during the covid-19 pandemic. *Am J Phys Med Rehabil*. doi: 10.1097/PHM.0000000000002041

Wipfli, B., Landers, D., Nagoshi, C., & Ringenbach, S. (2011). An examination of serotonin and psychological variables in the relationship between exercise and mental health. *Scand J Med Sci Sports, 21*(3), 474-481. doi: 10.1111/j.1600-0838.2009.01049.x

Wolf, S., Seiffer, B., Zeibig, J. M., Welkerling, J., Brokmeier, L., Atrott, B., . . . Schuch, F. B. (2021). Is physical activity associated with less depression and anxiety during the covid-19 pandemic? A rapid systematic review. *Sports Med, 51*(8), 1771-1783. doi: 10.1007/s40279-021-01468-z

Wood, G., Taylor, E., Ng, V., Murrell, A., Patil, A., van der Touw, T., . . . Smart, N. (2021). Determining the effect size of aerobic exercise training on the standard lipid profile in sedentary adults with three or more metabolic syndrome factors: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Br J Sports Med*. doi: 10.1136/bjsports-2021-103999

Xu, T., & Zhang, G. (2020). Effect of physical activity volume on active coping style among martial arts practicing adolescents: The mediating role of self-efficacy and positive affect. *Archives of Budo, 16*, 315-324.

Yang, J., Yang, Y., Liu, X., Tian, J., Zhu, X., & Miao, D. (2010). Self-efficacy, social support, and coping strategies of adolescent earthquake survivors in china.

. *Social Behavior & Personality An International Journal, 38*(9), 1219–1228.

Younossi, Z. M., Koenig, A. B., Abdelatif, D., Fazel, Y., Henry, L., & Wymer, M. (2016). Global epidemiology of nonalcoholic fatty liver disease-meta-analytic assessment of prevalence, incidence, and outcomes. *Hepatology, 64*(1), 73-84. doi: 10.1002/hep.28431

Yu, Z., Ye, X., Wang, J., Qi, Q., Franco, O. H., Rennie, K. L., . . . Lin, X. (2009). Associations of physical activity with inflammatory factors, adipocytokines, and metabolic syndrome in middle-aged and older chinese people. *Circulation, 119*(23), 2969-2977. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.108.833574

Zhang, C. Q., Zhang, R., Schwarzer, R., & Hagger, M. S. (2019). A meta-analysis of the health action process approach. *Health Psychol, 38*(7), 623-637. doi: 10.1037/hea0000728

Zhao, G., Li, C., Li, J., & Balluz, L. S. (2013). Physical activity, psychological distress, and receipt of mental healthcare services among cancer survivors. *J Cancer Surviv, 7*(1), 131-139. doi: 10.1007/s11764-012-0254-6

Zheng, C., Huang, W. Y., Sheridan, S., Sit, C. H., Chen, X. K., & Wong, S. H. (2020). Covid-19 pandemic brings a sedentary lifestyle in young adults: A cross-sectional and longitudinal study. *Int J Environ Res Public Health, 17*(17). doi: 10.3390/ijerph17176035

Zhou, C., Yue, X. D., Zhang, X., Shangguan, F., & Zhang, X. Y. (2021). Self-efficacy and mental health problems during covid-19 pandemic: A multiple mediation model based on the health belief model. *Pers Individ Dif, 179*, 110893. doi: 10.1016/j.paid.2021.110893

Znazen, H., Slimani, M., Bragazzi, N. L., & Tod, D. (2021). The relationship between cognitive function, lifestyle behaviours and perception of stress during the covid-19 induced confinement: Insights from correlational and mediation analyses. *Int J Environ Res Public Health, 18*(6). doi: 10.3390/ijerph18063194

Zuckerman, S. L., Tang, A. R., Richard, K. E., Grisham, C. J., Kuhn, A. W., Bonfield, C. M., & Yengo-Kahn, A. M. (2021). The behavioral, psychological, and social impacts of team sports: A systematic review and meta-analysis. *Phys Sportsmed, 49*(3), 246-261. doi: 10.1080/00913847.2020.1850152