



HAL
open science

Impact d'un programme d'activité physique de coopération et d'opposition sur les fonctions cognitives de personnes âgées

N. Béraud-Peigné, Pauline Maillot, Alexandra Perrot

► To cite this version:

N. Béraud-Peigné, Pauline Maillot, Alexandra Perrot. Impact d'un programme d'activité physique de coopération et d'opposition sur les fonctions cognitives de personnes âgées. *NPG: Neurologie - Psychiatrie - Gériatrie*, 2022, 22 (129), pp.149-157. 10.1016/j.npg.2021.08.002 . hal-04426138

HAL Id: hal-04426138

<https://hal.science/hal-04426138>

Submitted on 18 Feb 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Impact d'un programme d'activité physique de coopération et d'opposition sur les fonctions cognitives de personnes âgées

The impact of a cooperation and opposition physical activity program on cognitive function among
older adults

Auteurs

Néva Béraud-Peigné, UFR STAPS, Université de Paris, 75015

Pauline Maillot, Université de Paris, I3SP, 75015 Paris, France

Alexandra Perrot, Université Paris Saclay, CIAMS, 91405, Orsay, France –

Université d'Orléans, CIAMS, 45067, Orléans, France

Correspondance concernant l'article :

Néva Béraud-Peigné, nevabp1@live.fr

Sources de financement

Les auteurs déclarent ne pas avoir de sources de financement

Déclaration de liens d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts

Résumé

Objectifs. L'objectif de cette étude était d'évaluer si l'activité physique de coopération avec un ou plusieurs partenaires et d'opposition avec un ou plusieurs adversaires peut générer des bénéfices cognitifs chez les personnes âgées.

Patients et méthode. La méthode pré-test – entraînement (3 mois) – post-test a été utilisée, comparant un groupe intervention à un groupe contrôle passif. Les sujets ont réalisé une batterie de tests évaluant leurs fonctions cognitives et leurs capacités fonctionnelles afin d'évaluer l'impact cognitif et physique du programme.

Résultats. Les scores de progrès (résultats post-test – pré-test) ont été calculés pour les deux groupes. Une amélioration de la planification ($M = 3,7$, $ET = 3,2$) et de la mémoire visuospatiale à court terme ($M = 1,5$, $ET = 1,8$) a été constatée pour le groupe intervention. Il n'y a pas eu de modification de la mémoire de travail visuospatiale, de l'inhibition et de la flexibilité mentale. L'équilibre dynamique est conservé pour le groupe intervention ($M = -0,4$, $ET = 1,2$), alors qu'il est détérioré chez les sujets du groupe contrôle ($M = 1,1$, $ET = 0,4$).

Discussion. Le travail cognitif et l'environnement riche émanant de la coopération et de l'opposition peuvent être à l'origine de l'amélioration des fonctions cognitives.

Conclusion. Ces résultats laissent présager que la coopération et l'opposition pourraient être des leviers intéressants à inclure dans un programme de stimulations afin d'améliorer certaines fonctions cognitives chez les personnes âgées. Seules de futures expérimentations permettront de le confirmer.

Mots-clés : coopération ; opposition ; fonctions cognitives ; activité physique ; personne âgée

Abstract

Objectives. The purpose of this study was to determine whether physical activity involving cooperation with one or more partners and opposition with one or more opponents could have cognitive benefits for older adults.

Patients and methods. The authors used a pre-test – training (3 months) – post-test design comparing an experimental group to a passive control group. The participants completed a battery of executive function and functional fitness tests to measure the cognitive and physical impact of this program.

Results. The subjects in the experimental group improved in planning ($M = 3.7$, $ET = 3.2$) and short-term visuospatial memory ($M = 1.5$, $ET = 1.8$). There were no changes in visuospatial working memory, inhibition or mental flexibility. The dynamic balance was maintained for the subjects in the experimental group ($M = -0.4$, $ET = 1.2$) while it deteriorated for the subjects in the control group ($M = 1.1$, $ET = 0.4$).

Discussion. The cognitive activity and the rich environment provided by cooperation and opposition could be responsible for the improvement in cognitive functions.

Conclusion. These mixed results suggest that cooperation and opposition could be interesting levers to

include in a stimulation program to improve certain cognitive functions among the elderly. Only future experiments will allow us to confirm this.

Keywords: cooperation; opposition; cognitive function; physical activity; elderly

Le vieillissement de la population place le maintien de l'autonomie et la qualité de vie des personnes âgées comme un enjeu majeur de santé publique. L'avancée en âge réussie est singulièrement conditionnée par la vitalité cognitive, « ce qui compte c'est combien d'années vous avez avant de perdre la tête, non combien d'années vous avez en restant debout » comme le souligne métaphoriquement l'auteur et journaliste Michael Kinsley [1]. Pourtant, dans le cadre du vieillissement normal, c'est-à-dire sans pathologie, une grande partie des plus de 65 ans ont au moins une fonction cognitive qui décline [2]. Le vieillissement cognitif est particulièrement prononcé sur les fonctions exécutives [3] ayant pour rôle l'adaptation à des situations non routinières et donc la mise en place de nouvelles stratégies. Quatre d'entre elles semblent particulièrement touchées par l'avancée en âge : i) l'inhibition, caractérisée par la capacité à s'empêcher de produire une réponse automatique, à arrêter la production d'une réponse en cours et à écarter les stimulations non pertinentes pour l'action en cours, ii) la mémoire de travail se rapportant aux habiletés permettant le maintien et la manipulation cognitive de l'information à court terme, iii) la flexibilité attentionnelle donnant la capacité de passer d'un comportement à un autre, en déplaçant rapidement l'attention, iv) la planification, faculté à organiser une série d'actions en une séquence optimale visant à un but.

Le déclin cognitif ne peut pas être considéré comme un élément inévitable du vieillissement. Certaines personnes âgées maintiennent un niveau d'efficacité cognitive élevé [4], ce qui reflète l'existence d'une variabilité inter-individuelle. Ces différences sont associées à la présence d'une réserve cognitive, donnant la capacité à l'individu d'utiliser plusieurs stratégies cognitives afin d'optimiser sa performance, en faisant appel à des réseaux neuronaux alternatifs pour atteindre le but de la tâche [5]. La plasticité cérébrale, caractérisée comme la capacité du cerveau à modifier l'organisation de ses réseaux de neurones en fonction des expériences [6], joue un rôle fondamental dans ce processus. Elle est en lien direct avec l'hypothèse de l'enrichissement cognitif, stipulant que tous les comportements adoptés par un individu au cours de sa vie ont un impact significatif sur son fonctionnement cognitif et ce, même à un âge avancé [7]. Le niveau de performance cognitive est malléable et sujet à évolution tout au long de la vie. Les individus ont donc un potentiel d'amélioration (ou de déclin), qui apparaît sous l'influence de différents facteurs, appelés modérateurs. Les principaux sont liés au mode de vie des individus tels que le nombre d'années de scolarité, l'alimentation, l'expertise professionnelle, l'entraînement cognitif, le sommeil et l'activité physique [8].

Les effets modulateurs de l'activité physique sur les fonctions cognitives sont particulièrement étudiés [8-19]. Classiquement, les études interventionnelles s'orientent vers des programmes d'activité physique individuelle (marche, vélo, yoga) [14-19], se désintéressant d'autres types de pratiques physiques (sports collectifs, sports de combat). Cependant, Audiffren et al suggèrent en 2011 [9], qu'il serait intéressant d'étudier les effets de l'activité physique de coopération et d'opposition sur les

fonctions cognitives. En effet, plusieurs études sur les sportifs de haut de niveau dans ce type d'activité révèlent la présence d'un lien entre le niveau sportif et cognitif et supposent que l'entraînement à ce type d'activité physique peut permettre l'augmentation des fonctions exécutives [20,21]. Ainsi, la coopération et l'opposition dans l'activité physique apparaissent être des leviers intéressants afin de développer les fonctions cognitives des personnes âgées. La coopération peut être définie comme la réalisation conjointe, avec au moins un autre individu, d'une ou plusieurs actions communes dans le but d'atteindre un objectif défini au préalable [22]. L'opposition se caractérise par l'affrontement d'au moins deux adversaires pour atteindre le même but.

L'objectif de ce travail est d'étudier l'impact de l'activité physique de coopération et d'opposition sur les fonctions suivantes : fonctions exécutives (planification, mémoire de travail visuospatiale, inhibition, flexibilité mentale), mémoire visuospatiale à court terme et capacités fonctionnelles chez des sujets âgés sans troubles cognitifs majeurs.

Patients et méthodes

Les sujets

L'étude est réalisée auprès de personnes âgées vivant en Ile-de-France, adhérant à l'association Viacti. Ils ont été contactés par mail ou par téléphone afin de les inviter à participer à l'étude. Les critères d'inclusion étaient les suivants : (a) être âgé de 65 à 80 ans, (b) avoir un score au *Mini-Mental State Examination* (MMSE) [23] supérieur à 26, (c) au *Geriatric Depression Scale 30* (GDS 30) [24] inférieur ou égal à 9 et à une échelle de santé subjective (1= très mauvaise, 2 = mauvaise, 3 = normale, 4 = bonne, 5 = très bonne) supérieur ou égal à 3, (d) ne pas avoir de pathologie déclarée, (e) être droitier, (f) avoir une vision et une audition correcte ou corrigée, (g) parler le français comme langue maternelle, (h) vivre de manière indépendante, (i) être retraité et (j) ne pas ou peu exercer d'activité physique.

Protocole

L'étude s'est déroulée sur 14 semaines : pré-tests (la première semaine), 12 semaines de programme, post-tests (la quatorzième semaine). Le programme était composé de 2 séances d'une heure par semaine, soit 24 au total. Les séances commençaient par un échauffement de 10 minutes. Il était suivi d'un corps de séance de 40 minutes constitué d'exercices de coopération et d'opposition issus de sports collectifs (le basket-ball, le volley-ball, le rugby) et individuels (la boxe, la musculation). Une première partie était axée sur de l'endurance et une seconde sur du renforcement musculaire. Du matériel varié a été utilisé (balles de tennis, de basket-ball, de volley, de rugby, de baudruche, élastiques, chaises, plots). Le nombre de partenaires et/ou d'adversaires changeait régulièrement. L'intensité de pratique a été contrôlée à partir de l'échelle de Borg modifiée [25]. Il était demandé aux participants d'atteindre au minimum 3/10 sur cette échelle afin d'engendrer une

intensité de pratique au moins modérée. Enfin, les séances se terminaient par des étirements et de la relaxation pendant 10 minutes. Un enseignant en activité physique adaptée encadrait les séances. Il avait le rôle d'expliquer et de montrer les exercices, d'assurer la sécurité des pratiquants, de calibrer la difficulté des exercices en fonction de chaque participant, de corriger et de faire des retours. Les séances étaient collectives (10 participants) et se déroulaient dans une salle fermée mise à disposition par l'association Viacti.

Les outils de mesure

Les séances de pré-tests et de post-tests durent environ une heure. Chaque test est exécuté individuellement dans un environnement calme.

La batterie de tests des fonctions cognitives

Test du Plan du zoo. Ce test est issu de la *Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome* [26], une batterie de tests écologiques validée. Le Test du *Plan du Zoo* permet d'évaluer principalement la capacité de planification. La version traduite en français est utilisée [27]. Le sujet doit indiquer le parcours qu'il emprunterait pour visiter une série de lieux (6 lieux sur 12) sur un plan, en évitant de commettre des erreurs. Dans la première partie, *formulation du plan*, le sujet doit organiser lui-même ses déplacements. Dans la seconde, *exécution d'un plan*, il doit suivre les instructions données. Pour chaque condition, le *temps de planification*, le *temps total*, le *nombre d'erreurs* et le *score séquence* sur 8 points sont récoltés. Les deux *scores séquence* sont ensuite additionnés pour fournir un *score total* sur 16 points.

Test de Corsi [28]. Ce test comporte deux parties. Dans la première, permettant d'évaluer la mémoire visuospatiale à court terme, le sujet doit reproduire dans le même ordre une séquence de mouvements de pointage de différents cubes désignés par l'examineur. Dans la seconde partie qui évalue la mémoire de travail visuospatiale, le sujet doit reproduire en ordre inverse la séquence de mouvements. Le nombre de cubes augmente progressivement et permet de déterminer dans un premier temps, *l'empan visuospatial* et dans un second, *l'empan visuospatial inverse*. Le cumul des deux scores produit *l'empan visuospatial total*.

Test de Stroop [29]. Ce test évalue la capacité d'inhibition. Ici, seulement les 3 premières planches sont conservées. Chacune contient 100 items, avec des mots de 4 couleurs (jaune, rouge, vert, bleu), répartis sur 10 colonnes. La première, celle de la *condition de dénomination*, contient des rectangles de couleur. La seconde est celle de la *condition de lecture*, des mots de couleurs sont écrits à l'encre noire. Dans la troisième, *condition d'interférence*, les mots de couleurs sont écrits avec une couleur d'encre différente de leur signification. Le *nombre de mots* donnés en 45 secondes correspond à la mesure de la performance. Le *nombre d'erreurs* est également relevé. Seuls les résultats de la troisième condition sont conservés pour l'étude.

Trail Making Test [30]. Ce test évalue principalement la flexibilité cognitive. La partie A consiste

à relier une série de chiffres croissants allant de 1 à 25 en sélectionnant le chiffre pertinent parmi les 25 items possibles. Dans la partie B du TMT, le sujet doit mener de front une série de chiffres et une de lettres en alternance. Il doit le réaliser le plus rapidement possible, sans lever le stylo. S'il fait des erreurs, l'examineur informe le sujet qui doit les rectifier. La flexibilité est spécifiquement mise en évidence par l'analyse de la différence de résultat B – A.

La batterie de tests des capacités fonctionnelles

L'évaluation des capacités fonctionnelles est intégrée au protocole afin d'enrichir les interprétations des résultats sur les fonctions cognitives.

Senior Fitness Test. Ce protocole d'évaluation complet de la condition physique [31] permet d'apprécier et de mesurer les capacités fonctionnelles renvoyant aux gestes de la vie quotidienne. Il est composé de 6 tests permettant d'évaluer la force des membres inférieurs (*30 secondes assis debout*) et supérieurs (*flexion des bras*), la souplesse des membres inférieurs (*souplesse assis sur une chaise*), l'agilité et l'équilibre dynamique (*aller-retour en marchant*), la souplesse des membres supérieurs (*gratte-dos*) et l'endurance aérobie (*2 minutes sur place*). Il est administré après 5 minutes d'échauffement. Ici c'est la version française qui est utilisée [32].

Questionnaire de ressenti subjectif

A la fin du programme, les sujets remplissent un questionnaire anonyme qui a pour but d'évaluer leur ressenti. Il est composé de quatre questions sous forme d'échelle de 1 à 5, à propos (a) de la difficulté des séances, (b) de leur évolution physique et (c) cognitive et (d) l'envie de continuer un programme de ce type.

Analyse statistique

L'analyse statistique a été réalisée grâce au logiciel JASP. Le seuil de significativité retenu a été de $p < 0,05$. Le test de Shapiro-Wilk a été utilisé afin de vérifier la normalité de la distribution des résultats. Etant donné le faible échantillon et que les données ne suivent pas la loi normale, des tests de Mann-Whitney ont été utilisés pour réaliser les analyses statistiques.

Résultats

L'étude a été réalisée auprès de 15 personnes âgées. Le groupe contrôle comportait 8 femmes et le groupe intervention 6 femmes et 1 homme. Les caractéristiques des sujets des groupes contrôle et intervention sont données dans le tableau 1.

La première étape de l'analyse a consisté à vérifier si les deux groupes ne présentaient pas de différences avant le programme. Pour l'ensemble des tests (fonctions cognitives et capacités fonctionnelles) et des variables indépendantes (âge, années de scolarité, IMC, MMSE, GDS30, échelle

de santé), aucune différence significative n'a été notée.

La seconde étape reposait sur la mesure de l'adhésion du groupe intervention au programme. Le nombre de séances réalisées par les 7 participants variait entre 20 et 23 séances ($M = 21,7$, $ET = 1,1$). L'adhésion totale était de 90,5 % (152 séances faites sur 168). Le questionnaire indiquait que la totalité des participants avaient envie de continuer un programme de ce type (57% envie forte et 43% envie très forte). Quatre-vingt-six pour cent des sujets ressentaient une évolution positive de leur condition physique et cognitive. Quarante-trois pour cent ont trouvé que l'intensité des séances était facile et 57% modérée.

La troisième étape consistait à évaluer les effets cognitifs et physiques du programme. Les scores de progrès (résultats post-test – pré-test) ont été calculés pour les deux groupes. Les statistiques descriptives et inférentielles sont données dans le tableau 2 pour les fonctions cognitives et dans le tableau 3 pour les capacités fonctionnelles. En plus du test Mann-Whitney, le d de Cohen a été utilisé afin de renseigner les tailles d'effet.

Pour le test du *Plan du Zoo*, le taux de progrès du *score total* était significativement différent entre les deux groupes ($W = 8,5$, $p < 0,05$, $d = -0,7$). Le groupe intervention augmentait son score de 3,7 points ($ET = 3,2$) contrairement au groupe contrôle qui le diminuait légèrement de 0,2 point ($ET = 2,6$). Il n'y avait pas de différence significative entre les deux groupes pour les autres données de ce test, et ce dans les deux parties (*temps de planification*, *temps total*, *nombre d'erreurs*, *score séquence*).

Pour le *test de Corsi*, le groupe intervention améliorait son score d'*empan visuospatial* de 1,6 point ($ET = 1,8$), d'*empan visuospatial inverse* de 1,1 ($ET = 1,1$) et d'*empan visuospatial total* de 2,7 ($ET = 1,5$) après le programme, à l'inverse du groupe contrôle qui le diminuait, respectivement de 0,9 ($ET = 0,8$), 0,1 ($ET = 1,4$) et 1,0 ($ET = 1,7$) point. Ces variations étaient significativement différentes entre les deux groupes pour l'*empan visuospatial* ($W = 3,0$, $p < 0,01$, $d = -0,9$) et l'*empan visuospatial total* ($W = 2,5$, $p < 0,01$, $d = -0,9$). Pour l'*empan visuospatial inverse*, les résultats se révélaient non significatifs. Il n'y avait pas de différence de variation significative entre les deux groupes ($p > 0,05$). Cependant, il s'en rapprochait fortement ($p = 0,08$) avec une taille d'effet moyenne ($W = 13,0$, $d = -0,5$) et un risque d'erreur de type II élevé ($\beta = 0,9$).

Il n'y avait pas de modifications significatives de résultats entre les deux groupes au *test de Stroop* (*nombre de mots*, *nombre d'erreurs* en condition d'interférence) et au *Trail Making Test* (*temps B-A*).

Un seul test évaluant les capacités fonctionnelles a montré une évolution différente entre les deux groupes. Il s'agissait du temps de réalisation du test *aller-retour en marchant* ($W = 52,0$, $p < 0,01$, $d = 0,9$). Le groupe intervention diminuait légèrement ce temps de 0,4 seconde ($ET = 1,3$) alors que le groupe contrôle l'augmentait de 1,7 secondes ($ET = 0,4$). Les autres données récoltées (*30 secondes assis debout*, *flexion des bras*, *souplesse assis sur une chaise*, *gratte-dos*) ne montraient pas de différence significative entre les deux groupes.

Discussion

Cette étude exploratoire a montré des améliorations significatives sur deux fonctions cognitives (planification et mémoire visuospatiale à court terme) pour les sujets ayant suivis le programme de coopération et d'opposition. Les recherches à propos des bénéfices chroniques de l'activité physique montrent une relation positive entre la pratique d'une activité physique régulière et la vitalité cognitive des personnes âgées. Plusieurs travaux [10-13] confirment ces propos et précisent que les fonctions exécutives seraient les plus sensibles aux effets de l'activité physique. Ici, la seule fonction exécutive concernée est la planification, améliorée de manière très fiable au regard de la taille d'effet élevée. La mémoire visuospatiale à court terme a également été enrichie. Cette fonction cognitive offre la possibilité de maintenir en mémoire une information visuospatiale pendant un laps de temps très court et de pouvoir la restituer pendant ce délai. De plus, la mémoire de travail visuospatiale a été légèrement améliorée pour les sujets de groupe intervention, en accord avec les résultats de plusieurs études [17,19], avec une augmentation de 1,1 point de l'*empan visuospatial inverse* entre les pré- et les post-tests. Néanmoins, le traitement statistique ne permet pas de tirer des conclusions définitives ($p = 0,08$). Contrairement aux résultats de nombreuses études interventionnelles [14,17-19], il n'y a pas de modification pour les deux groupes en ce qui concerne l'inhibition et la flexibilité mentale. Elles ont pourtant été évaluées respectivement par le *test de Stroop* et le *Trail Making Test*, fréquemment utilisés dans ce domaine d'étude et sensibles aux bénéfices des programmes d'activité physique [16-19]. Enfin, les capacités fonctionnelles n'ont également pas été modifiées, cependant l'équilibre dynamique a été conservé chez les sujets du groupe intervention (alors qu'il est détérioré chez ceux du groupe contrôle). La divergence des effets de ce programme d'activité physique présume l'existence de mécanismes agissant de manière hétérogène sur les fonctions cognitives.

La coopération dans l'activité physique appelle à planifier l'action avec les partenaires, mettre en place des choix tactiques, anticiper les intentions, initier la réponse appropriée et modifier l'action si besoin. Les pratiquants doivent alors établir un plan, décider et exécuter leurs actions rapidement, ce qui fait appel aux fonctions cognitives [33]. Plus particulièrement, la capacité à inhiber les décisions planifiées et s'adapter rapidement à de nouvelles situations pourrait avoir recours à l'inhibition et à la flexibilité mentale. La mémoire de travail visuospatiale serait également sollicitée. Elle pourrait permettre l'évaluation des différentes informations d'une situation et leur manipulation cognitive pour produire une réponse [21] dans une dimension visuelle et spatiale (analyser, comprendre et se représenter l'espace). De même, la mémoire visuospatiale à court terme pourrait permettre de retenir différentes informations dans un délai réduit. La capacité de planification serait également stimulée de manière à créer une stratégie adéquate et orchestrer une action adaptée. L'opposition, elle, impose à l'individu l'utilisation de ces mêmes processus mais à des niveaux de difficulté plus intenses étant donné la présence d'adversaires qui nécessitent un traitement cognitif plus complexe. Ainsi, le travail cognitif spécifique produit par la coopération et l'opposition pourrait être à l'origine de l'amélioration

de certaines fonctions cognitives, de la même manière que les exercices plus standards d'entraînement cognitif procurent des bénéfices cognitifs [7]. Dès lors, il apparaît que la planification et la mémoire visuospatiale à court terme ont pu être plus grandement sollicitées que les autres fonctions cognitives. Effectivement, pendant les exercices du programme, les sujets devaient en permanence élaborer des tactiques judicieuses (par exemple, donner la balle à un coéquipier et non à un autre) afin de réaliser l'objectif (par exemple, amener la balle d'un point A à un point B), faisant appel à la planification. Ils devaient également retenir des déplacements, sollicitant abondamment la mémoire visuospatiale à court terme.

Des théories explicatives de l'enrichissement cognitif par l'activité physique sont apparues ces dernières années [9,34] afin de tenter d'éclaircir les mécanismes mis en jeu. Deux principales hypothèses pourraient permettre d'expliquer les potentiels bénéfices cognitifs d'un programme d'activité physique basé sur des situations de coopération et d'opposition. La première repose sur l'aspect enrichissant de ce type d'activité. Les apprentissages seraient produits grâce à la diversité dans les tâches d'apprentissage et dans les types d'interactions proposées [35]. Cela présume qu'il y a une corrélation positive entre la variété de combinaisons de processus impliqués dans un programme d'entraînement et l'importance des effets de transfert [36]. Effectivement, par ses propriétés intrinsèques, la coopération et l'opposition offrent une grande variabilité qui peut être bénéfique. L'interaction avec les partenaires et/ou les opposants engendre des quantités élevées d'éléments instables et imprévisibles. Chaque situation est différente, en fonction de sa propre action et de celle des autres. La variété des activités, des interactions et l'adaptation de la difficulté de la tâche réalisée par l'enseignant en activité physique adaptée sont des facteurs additifs suscitant la richesse de la coopération et de l'opposition. Elles permettent alors de confronter les sujets à de nouvelles tâches sensorimotrices, ce qui serait propice à la synaptogénèse. Effectivement, l'hypothèse de l'augmentation de la plasticité synaptique présume que l'activité physique, grâce à la richesse apportée, permettrait la création de nouvelles connexions et/ou renforcerait l'efficacité de la transmission synaptique [9,37]. L'hypothèse métabolique est la seconde pouvant expliquer les bénéfices cognitifs de ce type de programme. Elle postule que l'activité physique, notamment lorsqu'elle est de nature aérobie, engendrerait une augmentation du flux sanguin dans les aires frontales, permettant une meilleure oxygénation du système nerveux central [14]. L'effet de l'aptitude aérobie serait particulier et produirait une « amélioration sélective » [13] des fonctions cognitives dépendantes de ces régions cérébrales (les fonctions exécutives). L'amélioration des performances physiques (ici l'aptitude aérobie) serait liée à celle des fonctions cognitives. Dès lors, une durée ou une intensité trop faible d'activité physique pourrait compromettre cette relation pour certaines fonctions exécutives. Il est alors possible de remettre en cause les propriétés du programme de l'étude, telles que sa durée et son intensité. Il a été construit en suivant les recommandations de la méta-analyse de Colcombe et Kramer [10] sur les propriétés des programmes entraînant les bénéfices cognitifs les plus fiables (corps de séance de 31 à 45 minutes, activité physique combinée). Toutefois, la longueur

conseillée par Colcombe et Kramer [10] est de 6 mois, ce qui n'est pas le cas de ce programme. Il est possible qu'il ait été de trop courte durée et que les potentiels effets de l'activité physique n'aient pas eu le temps d'être instaurés. Effectivement, même si plusieurs études montrent des bénéfices à partir de 3 mois, cela concerne des programmes aérobies et non combinés [16]. L'intensité du programme peut également être un des facteurs de la fixité de certaines fonctions exécutives (inhibition, flexibilité mentale, mémoire de travail visuospatiale) [7] et des capacités fonctionnelles. La difficulté des séances a été perçue comme « facile » par 43% des sujets ayant participé au programme. Étant évaluée subjectivement par les sujets grâce à l'échelle de Borg modifiée, elle n'a probablement pas été assez élevée. L'utilisation d'outils (cardio-fréquence-mètres) afin de contrôler l'intensité d'effort pendant les séances aurait été plus pertinente.

Cette étude exploratoire a permis de tester le potentiel d'un programme d'activité physique novateur afin d'émettre des pistes de recherche qui doivent faire l'objet d'une étude approfondie. La coopération et l'opposition pourraient substituer les entraînements cognitifs classiques. Effectivement, une de leurs limites étant la spécificité des effets des processus entraînés, la coopération et l'opposition pourraient permettre de travailler plusieurs processus simultanément (planification, mémoire, capacités visuospatiales) et ainsi produire des effets généralisés à d'autres tâches ou comportements. De plus, l'adhésion élevée (90,5%), l'absence d'abandon et l'envie forte (57%) à très forte (43%) des sujets de continuer ce type de programme lui confère un certain avantage. L'abandon dans un programme excède généralement 50% [38]. Le caractère collectif de la coopération et de l'opposition est propice à l'adhésion à l'activité grâce à l'influence d'autrui [39]. Les caractéristiques intrinsèques citées précédemment sont également potentiellement bénéfiques à son attrait. Ainsi, l'attractivité inhérente des activités de coopération et d'opposition pourraient permettre de lever certains freins à la pratique et lutter contre l'inactivité physique des personnes âgées. Les structures et les professionnels proposant de l'activité physique aux personnes âgées doivent repenser ces activités et les rendre plus attrayantes, notamment par l'utilisation de ce type d'activité. Il aurait été intéressant de suivre les sujets de cette étude a posteriori, afin d'évaluer leur fidélité à l'activité dans les mois et les années suivantes et de déterminer la prégnance des bienfaits cognitifs.

Cette étude s'expose à plusieurs limites, notamment du fait de l'absence de résultats empiriques dans ce domaine. Effectivement, elle explore un axe absent, à notre connaissance, de la littérature. De nombreux travaux ont étudié l'impact de différents programmes d'activité physique sur les fonctions cognitives en utilisant principalement des activités physiques individuelles [14-19]. Cependant, aucun ne s'est penché sur les activités de coopération et d'opposition, biaisant les précédentes comparaisons avec la littérature existante. Les autres limites de cette étude concernent le fait qu'elle ne soit pas randomisée et surtout qu'elle présente un effectif trop faible pour pouvoir engendrer des interprétations tranchées. La taille de l'échantillon sous-estime potentiellement les résultats cognitifs constatés, notamment au niveau de la mémoire de travail visuospatiale.

De nouveaux travaux doivent être effectués en prenant en compte les différents aspects émanant de

ce travail. Afin de confirmer l'hypothèse des bienfaits spécifiques de la coopération/opposition sur la santé cognitive et physique des personnes âgées, il s'avère indispensable de réaliser une nouvelle étude avec l'inclusion d'un groupe contrôle actif, réalisant un programme d'activité physique plus standard (marche, vélo stationnaire). Cela permettrait de connaître la part de la sollicitation physique issue de l'activité physique et de la stimulation cognitive résultant des exercices de coopération et d'opposition dans l'amélioration cognitive. De plus, bien que les sujets des deux groupes ne présentaient aucune différence significative avant le programme, que ce soit au niveau physique ou cognitif et que des critères d'inclusion stricts ont permis d'obtenir un échantillon homogène et représentatif de la population étudiée, il conviendrait de poursuivre cette étude exploratoire avec un échantillon plus conséquent, répartie de façon aléatoire dans les différents groupes de participants. Cet effectif réduit est également problématique dans l'interprétation de la significativité clinique des résultats. Effectivement, ce type d'activité pourrait s'appliquer au milieu de la réadaptation et de la rééducation (par exemple SSR, hôpitaux) ainsi qu'aux établissements d'accueil (par exemple EHPAD, EHPA, résidences) des personnes âgées. Cette étude suggère d'encourager la mise en place d'activités physiques, notamment de coopération et d'opposition. Néanmoins, seules de futures études de plus grande ampleur permettront de témoigner des bénéfices cliniques d'un programme de coopération et d'opposition sur les fonctions cognitives des personnes âgées. En ce qui concerne les tests, il serait préférable d'utiliser une batterie plus conséquente de tests cognitifs, à l'aide de plusieurs tâches pour chaque aspect de la cognition afin de déterminer la part de variance des variables. Effectivement, la mesure extraite d'un test unique n'est pas une pure représentation de la fonction cognitive. Cette étude suggère également d'inclure des tests écologiques. L'utilisation de ce type d'outil a pour ambition de réduire le manque de sensibilité des épreuves traditionnelles par l'utilisation de tâches plus proches de la vie quotidienne. Ils sont prometteurs puisque le test du Plan du Zoo fait partie des deux tests de cette étude à avoir été sensibles aux effets du programme.

Conclusion

De multiples études ont montré les bienfaits de l'activité physique sur un ensemble de fonctions cognitives [8-19]. Cependant, ici seules la planification et la mémoire visuospatiale à court terme ont été améliorées. Les hypothèses abordées essaient d'éclaircir les mécanismes soutenant l'évolution différentielle de certaines fonctions cognitives. Il est nécessaire que les modalités (type, intensité, durée) des programmes soient mieux définies et que l'ensemble des activités soient testées. La majorité des études interventionnelles exclue toute une catégorie d'activité physique (coopération et opposition) proposant uniquement des pratiques individuelles. De potentiels effets restent, en conséquence, inconnus. L'amélioration cognitive hypothétiquement provoquée par (a) la stimulation cognitive directe des exercices, (b) la sollicitation physique et (c) les caractéristiques intrinsèques, apporte toute la particularité de la coopération et de l'opposition. De futures études devraient

s'intéresser à cette singularité de l'activité physique qui a montré de premiers résultats encourageants. De plus, ce type d'activité semble fécond pour promouvoir la pratique d'activité physique chez les personnes âgées avec pour finalité l'augmentation de la qualité de vie. L'aspect social, ludique et attractif pourrait permettre de lever certains freins à la pratique et ainsi engager les personnes âgées à adopter un style de vie plus actif.

Remerciements

Les auteurs remercient l'association Viacti qui a rendu possible cette étude en mettant à disposition ses locaux.

Références

- [1] Kinsley M. Old age: a beginner's guide. New York: Tim Duggan Books ;2016.
- [2] Lemaire P, Bherer L. Vieillissement et psychométrie. In : Lemaire P, Bherer, L. Psychologie du vieillissement : une perspective cognitive. Bruxelles : De Boeck Supérieur ;2005 :60.
- [3] Marquié JC, Isingrini M. Aspects cognitifs du vieillissement normal. In : Aubert E, Albaret JM. Vieillissement et psychomotricité. Marseille : De Boeck Supérieur ;2001 :77-113.
- [4] Ylikoski R, Ylikoski A, Keski-Vaara P, et al. Heterogeneity of cognitive profiles in aging: successful aging, normal aging, and individuals at risks for cognitive decline. *Eur J Neurol* 1999;6(6):645-52.
- [5] Stern Y. Cognitive reserve. *Neuropsychologia* 2009;47(10):2015-28.
- [6] Chen FT, Etnier JL, Chan KH, et al. Effects of exercise training interventions on executive function in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med* 2020;50(8):1451-67.
- [7] Hertzog C, Kramer AF, Wilson RS, et al. Enrichment effects on adult cognitive development: can the functional capacity of older adults be preserved and enhanced? *Psychol Sci Public Interest* 2008;9(1):1-65.
- [8] Engeroff T, Ingmann T, Banzer W. Physical activity throughout the adult life span and domain-specific cognitive function in old age: a systematic review of cross-sectional and longitudinal data. *Sports med* 2018;48(6):1405-36.
- [9] Audiffren M, André N, Albinet C. Effets positifs de l'exercice physique chronique sur les fonctions cognitives des seniors : bilan et perspectives. *Rev Neuropsychol* 2011;3(4):207-25.
- [10] Colcombe S, Kramer AF. Fitness effects on the cognitive function of older adults: a meta-analytic study. *Psychol Sci* 2003;14(2):125-30.
- [11] Etnier JL, Nowell PM, Landers D, et al. A meta-regression to examine the relationship between aerobic fitness and cognitive performance. *Brain Res Rev* 2006;52(1):119-30.
- [12] Smith PJ, Blumenthal JA, Hoffman B, et al. Aerobic exercise and neurocognitive performance: a meta-analytic review of randomized controlled trials. *Psychosom Med* 2010;72(3):239.
- [13] Kempermann G. Environmental enrichment, new neurons and the neurobiology of individuality. *Nat Rev Neurosci* 2019;20(4):235-45.
- [14] Kramer AF, Hahn S, Cohen N, et al. Ageing, fitness and neurocognitive function. *Nature* 1999;400(6743):418-9.
- [15] Erickson KI, Voss MW, Prakash RS, et al. Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *Proc Natl Acad Sci* 2011;108(7):3017-22.
- [16] Albinet CT, Boucard G, Bouquet C, et al. Increased heart rate variability and executive performance after aerobic training in the elderly. *Eur J Appl Physiol* 2010;109(4):617-24.

- [17] Audiffren MF, Abou-Dest A, Bouquet C, et al. Effects of two programs of physical activity on psychological functions in aging people. *Med Sci Sports Exerc* 2010;42(5):72-3.
- [18] Smiley-Oyen AL, Lowry KA, Francois SJ, et al. Exercise, fitness, and neurocognitive function in older adults: the “selective improvement” and “cardiovascular fitness” hypotheses. *Ann Behav Med* 2008;36(3):280-91.
- [19] Dustman RE, Ruhling RO, Russell EM, et al. Aerobic exercise training and improved neuropsychological function of older individuals. *Neurobiol aging* 1984;5(1):35-42.
- [20] Elferink-Gemser MT, Faber IR, Visscher C, et al. Higher-level cognitive functions in Dutch elite and sub-elite table tennis players. *PloS One* 2018;13(11):e0206151.
- [21] Vestberg T, Gustafson R, Maurex L, et al. Executive functions predict the success of top-soccer players. *PloS One* 2012;7(4):e34731.
- [22] Provost P. L'activité physique coopérative. *Rev Sci Edu* 1981;7(2):279-85.
- [23] Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR. “Mini-mental state”: a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatr Res* 1975;12(3):189-98.
- [24] Yesavage JA, Brink TL, Rose TL, et al. Development and validation of a geriatric depression screening scale: a preliminary report. *J Psychiatr Res* 1982;17(1):37-49.
- [25] Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc* 1982;14(5):377-81.
- [26] Wilson BA, Evans JJ, Emslie H, et al. The development of an ecologically valid test for assessing patients with a dysexecutive syndrome. *Neuropsychol Rehabil* 1998;8(3):213-28.
- [27] Allain P, Chaudet H, Nicoleau S, et al. Étude de la planification de l'action au moyen du test du plan du zoo dans la maladie d'Alzheimer. *Rev Neurol* 2007;163(2):222-30.
- [28] Milner B. Interhemispheric differences in the localization of psychological processes in man. *Br Med Bull* 1971;27(3):272-7.
- [29] Stroop JR. Studies of interference in serial verbal reactions. *J Exp Psychol* 1935;18(6):643.
- [30] Reitan RM. Manual for administration of neuropsychological test batteries for adults and children. Tucson : Neuropsychology Laboratory; 1979.
- [31] Rikli RE, Jones CJ. Senior fitness test manual. Champaign : Human Kinetics ;2013.
- [32] Fournier J, Vuillemin A, Le Cren F. Mesure de la condition physique chez les personnes âgées. Évaluation de la condition physique des seniors : adaptation française de la batterie américaine «Senior Fitness Test». *Sci Sport* 2012;27(4):254-9.
- [33] Walsh V. Is sport the brain's biggest challenge? *Curr biol* 2014;24(18):859-60.
- [34] Greenwood PM, Parasuraman R. Neuronal and cognitive plasticity: a neurocognitive framework for ameliorating cognitive aging. *Front Aging Neurosci* 2010;2(150):1-14.

- [35] Schmidt RA, Bjork RA. New conceptualizations of practice: common principles in three paradigms suggest new concepts for training. *Psychol Sci* 1992;3(4):207-18.
- [36] Green CS, Bavelier D. Exercising your brain: a review of human brain plasticity and training-induced learning. *Psychol Aging* 2008;23(4):692.
- [37] Churchill JD, Galvez R, Colcombe S, et al. Exercise, experience and the aging brain. *Neurobiol Aging* 2002;23(5):941-55.
- [38] Dishman RK, Ickes W, Morgan WP. Self-motivation and adherence to habitual physical activity. *J Appl Soc Psychol* 1980;10(2):115-32.
- [39] Conn VS, Valentine JC, Cooper HM. Interventions to increase physical activity among aging adults: a meta-analysis. *Ann Behav Medicine* 2002;24(3):190-200.

Tableau 1 : Caractéristiques des groupes étudiés.

	Contrôle (n = 8)		Intervention (n = 7)	
	<i>M</i>	<i>ET</i>	<i>M</i>	<i>ET</i>
Age (années)	73,7	5,5	76,4	6,2
Scolarité (années)	13,2	3,4	12,9	2,8
Indice de Masse Corporelle (kg/m ²)	25,5	9,5	27,2	3,4
MMSE (nombre)	28,9	0,8	28,0	1,6
GDS 30 (nombre)	4,0	2,8	4,6	3,0
Echelle de santé (nombre)	3,4	0,7	3,3	0,5

M : Moyenne ; *ET* : Ecart type ; *MMSE* : Mini-Mental State Examination ; *GDS 30* : Geriatric Depression Scale 30.

Tableau 2 : Taux de progrès (post-test – pré-test) aux tests des fonctions cognitives.

	Contrôle		Intervention		<i>p</i>
	M	ET	M	ET	
Test du Plan du Zoo					
Formulation du plan					
Temps planification (secondes)	-31,0	119,5	77,2	200,6	0,34
Temps total (secondes)	-81,6	128,3	49,1	152,2	0,28
Erreurs (nombre)	-0,5	1,1	-1,1	1,1	0,28
Score Séquence (nombre)	-0,4	3,1	2,7	3,1	0,11
Exécution du plan					
Temps planification (secondes)	-6,4	14,2	-2,8	47,4	0,48
Temps total (secondes)	-5,5	33,4	-19,2	20,6	0,46
Erreurs (nombre)	0,0	0,5	0,0	0,0	0,58
Score Séquence (nombre)	0,1	1,1	0,9	1,6	0,53
Score total (nombre)	-0,2	2,6	3,7	3,2	0,03
Test de Corsi					
Empan visuospatial (nombre)	-0,9	0,8	1,6	1,8	< 0,01
Empan visuospatial inverse (nombre)	-0,1	1,4	1,1	1,1	0,08
Empan visuospatial total (nombre)	-1,0	1,7	2,7	1,5	< 0,01
Stroop					
Condition d'interférence					
Mots (nombre)	2,7	7,4	1,1	6,2	0,73
Erreurs (nombre)	0,5	1,4	-0,3	1,1	0,37
Trail Making Test					
Temps B-A (secondes)	-6,5	53,6	-1,4	15,1	0,87

Notes. *M* : Moyenne ; *ET* : Ecart type. Pour les tests de durée et pour les nombres d'erreurs une moyenne négative correspond à une amélioration entre les pré- et les post-tests. Pour les tests de score (indiqués par nombre, sauf les erreurs), une moyenne positive correspond à une amélioration entre les pré- et les post-tests.

Tableau 3 : Taux de progrès (post-test – pré-test) aux tests des capacités fonctionnelles.

	Contrôle		Intervention		<i>p</i>
	M	ET	M	ET	
30 secondes assis debout (nombre)	-1,6	2,3	-0,7	2,2	0,60
Flexion des bras (nombre)	-0,4	1,8	0,4	2,6	0,52
Souplesse assis sur une chaise (cm)	-0,9	3,3	-1,6	4,9	0,77
Aller-retour en marchant (secondes)	1,1	0,4	-0,4	1,3	< 0,01
Gratte-dos (cm)	1,7	4,7	-0,4	3,5	0,42
2 minutes sur place (nombre)	2,6	14,6	2,1	4,5	1,0

Notes. M : Moyenne ; ET : Ecart type. Pour le 30 secondes assis debout, la flexion des bras et le 2 minutes sur place, une moyenne positive correspond à une amélioration entre les pré- et les post-tests. Pour la souplesse assis sur une chaise, l'aller-retour en marchant et le gratte-dos, une moyenne négative correspond à une amélioration entre les pré- et les post-tests.