

L'impact de la condition physique sur le vieillissement cognitif

MÉLANIE RENAUD
LOUIS BHERER

Centre de recherche,
Institut universitaire
de gériatrie de Montréal et
Département de psychologie,
Université du Québec,
Montréal
<bherer.louis@uqam.ca>

Tirés à part :
L. Bherer

Résumé. Le vieillissement, même normal, s'accompagne de changements importants au niveau du système nerveux central, ce qui peut entraîner un déclin cognitif. Plusieurs facteurs semblent toutefois moduler l'effet du vieillissement sur la cognition. Par exemple, les personnes âgées qui pratiquent régulièrement une activité physique ont de meilleures performances dans les épreuves impliquant un processus de décision, la mémoire et la résolution de problèmes. Cet article vise à donner un aperçu des résultats les plus probants quant à l'effet bénéfique de la condition physique sur le vieillissement cognitif. Les études dans ce domaine ont permis de vérifier le lien entre une bonne condition physique et de meilleures performances dans de nombreuses tâches cognitives, avec un effet plus marqué dans les tâches faisant appel aux fonctions exécutives. L'entraînement physique pourrait donc être un moyen efficace d'améliorer et de maintenir la vitalité cognitive des personnes âgées.

Mots clés : activité physique, condition physique, cognition, fonctions exécutives, vieillissement

Abstract. Cognitive vitality is one of the determining factors of autonomy in the elderly. Aging is often accompanied by important changes in the central nervous system, which may lead to cognitive decline. Several factors seem however to modulate the effect of aging on cognition. For instance, older adults who engage in regular physical activity have better performances in tests implying decision-making process, memory and problems solving. This article draws up a portrait of normal aging while being interested in the impact of the physical fitness on cognition in the elderly. Although further researches are needed to elucidate the mechanisms by which physical fitness enhance cognition in old age, recent studies have shown that improving physical fitness leads to better performances in tasks assessing a diversity of cognitive domains. Moreover, the impact of physical fitness appears to be heterogeneous, being of greater amplitude in tasks that tap executive functions. It thus seems that physical training could serve to enhance and maintain cognitive vitality in older adults.

Key words: physical activity, fitness, cognition, executive functions, aging

La population mondiale connaît actuellement un vieillissement accéléré. Globalement, les personnes âgées de 65 ans et plus représentaient 5,2 % de la population mondiale en 1950, 6,9 % en 2000 et on estime qu'elles représenteront 15,6 % des êtres humains de la planète en 2050. On constate qu'à ce rythme, la population de gens âgés de 60 ans et plus augmentera environ 3,5 fois plus rapidement que la population totale [1]. Évidemment, les conséquences sociales et économiques d'une telle transition démographique sont majeures, notamment en ce qui concerne les dépenses liées à la santé, puisque le vieillissement normal entraîne de nombreux changements sur le plan physique et physiologique. Au début des années 1990, aux États-Unis, on répertoriait environ 80 % des personnes âgées de plus de 65 ans qui présentaient un et parfois même plusieurs problèmes

de santé physique [2]. Toutefois, les études récentes suggèrent que les conséquences négatives qu'entraîne le vieillissement chronologique pourraient être diminuées, puisque la détérioration des fonctions et structures physiologiques observée lors du vieillissement peut résulter en partie de l'inactivité physique. En effet, depuis plusieurs décennies, les études épidémiologiques ont montré qu'un niveau élevé d'activité physique était associé à une plus grande longévité et à une réduction des risques de maladies cardiovasculaires [3-5]. En plus d'améliorer la santé cardiorespiratoire, la pratique régulière d'une activité physique réduit l'incidence des maladies liées à l'âge, telles les maladies coronariennes, le diabète, l'hypertension, l'ostéoporose et certains types de cancer [6, 7]. L'activité physique prévient donc l'apparition d'un certain nombre de phénomènes préjudiciables associés au vieillissement

et génère, chez les personnes âgées, un mieux-être physique accompagné, sur le plan psychologique, d'un sentiment de satisfaction.

La condition physique semble également jouer un rôle important sur le fonctionnement cognitif, un aspect central de la qualité de vie et du bien-être des personnes âgées. L'effet délétère du vieillissement sur les fonctions cognitives a été largement étudié au cours des dernières décennies. Les études récentes ont montré que tous les individus ne sont pas affectés de la même façon par l'âge et que certaines personnes bénéficient d'une vitalité cognitive impressionnante, même à un âge très avancé (chez les plus de 90 ans [8]). Ceci a amené les chercheurs à s'intéresser aux facteurs qui semblent moduler le vieillissement en jouant un rôle déterminant sur la vitalité cognitive des personnes âgées. Parmi ces facteurs, la pratique régulière d'une activité physique semble associée à de meilleures performances cognitives chez les personnes âgées. Plus récemment, des programmes d'intervention ont été proposés pour améliorer la condition physique des personnes âgées dans le but d'augmenter leur vitalité cognitive [9]. Plusieurs de ces études ont montré des résultats intéressants qui suggèrent que l'exercice physique posséderait un réel impact sur le vieillissement cognitif. Cet article vise à mettre en lumière les résultats les plus concluants issus de cette approche, afin de mieux comprendre les déterminants du vieillissement cognitif. Dans un premier temps, seront présentés les principaux résultats et des études épidémiologiques transversales qui ont permis d'établir une relation entre la condition physique et le vieillissement cognitif. Ensuite, nous aborderons les études d'intervention dans lesquelles des participants âgés s'engagent dans un programme d'entraînement physique en vue d'améliorer leur fonction cardiorespiratoire ainsi que leur fonctionnement cognitif. Enfin, nous traiterons brièvement des études animales qui tentent de mieux comprendre les effets de l'exercice physique sur le système nerveux central.

Le vieillissement cognitif

L'avancée en âge entraîne le plus souvent de nombreux changements sur le plan cognitif. Cependant, toutes les fonctions cognitives ne sont pas également affectées au cours du vieillissement. On s'entend généralement pour considérer que les opérations mentales cristallisées, qui s'appuient sur les connaissances générales acquises au fil des années, sont relativement maintenues. En revanche, les opérations mentales

fluides, qui s'appuient davantage sur des processus cognitifs (mémoire, attention, vitesse de traitement), sont fortement touchées et de façon plus précoce [10]. Dans les études transversales, qui comparent de jeunes adultes à des personnes âgées (65 ans et plus), l'attention soutenue ou la vigilance est parfois réduite chez les personnes âgées. L'attention sélective, souvent évaluée par la capacité de trouver une cible parmi des distracteurs (e.g., recherche visuelle) est également diminuée chez les personnes âgées. L'attention divisée, nécessaire à l'accomplissement de tâches concurrentes (e.g., conduire en ajustant son appareil radio), semble aussi particulièrement sensible à l'avancée en âge. De plus, la mémoire est une fonction cognitive qui décline avec l'âge selon la plupart des études. Le rappel d'information immédiat ou à très court terme diminue. En ce qui a trait à la mémoire à long terme, il semble que la mémoire explicite, plus précisément le rappel volontaire de nouvelles informations, soit davantage touché que le rappel implicite, par la reconnaissance d'une information familière par exemple. Donc les personnes âgées éprouveraient des difficultés à retrouver l'information apprise. Les données empiriques montrent également que les fonctions cognitives supérieures sont touchées, telles que les capacités arithmétiques et de résolution de problèmes. Enfin, on associe souvent le vieillissement à une diminution des fonctions exécutives, qui réfèrent à l'habileté à s'ajuster à une situation nouvelle ou peu familière et qui reposent sur des mécanismes cognitifs élémentaires par lesquels nous exerçons un contrôle sur notre cognition. Parmi ces mécanismes exécutifs, l'inhibition, le transfert attentionnel et la préparation à répondre sont particulièrement sensibles au vieillissement normal [11].

De plus en plus d'études suggèrent qu'un bon nombre de facteurs peuvent moduler le vieillissement cognitif [12]. Parmi ces facteurs, la condition physique des individus joue un rôle majeur. En effet, des études épidémiologiques impliquant un grand nombre de participants ont rapporté une corrélation positive entre la condition physique des individus et leur vitalité sur le plan cognitif [13], plus spécifiquement sur les mesures d'attention et des fonctions exécutives. Les études longitudinales et les études d'intervention suggèrent également qu'une bonne condition physique aurait un impact positif sur la performance cognitive des personnes âgées. Avant d'aborder plus en détails ces études, il importe de s'attarder sur les méthodes utilisées pour évaluer et quantifier la condition physique des personnes âgées.

Mesures de la condition physique et vieillissement normal

Il existe une grande variété de méthodes et de critères pour déterminer le niveau de condition physique des personnes âgées. Certaines études ont utilisé des questionnaires dans lesquels les participants doivent énumérer les activités physiques qu'ils pratiquent et leur fréquence, ou rapporter leur niveau de participation à des exercices prédéterminés. Une limite importante de cette approche est que ce type de mesure auto-rapportée peut être biaisé par l'attitude des répondants qui ont, le plus souvent, une propension à surestimer le nombre d'heures passées à pratiquer une activité physique. D'autres études ont utilisé des mesures directes de la condition physique, comme le $VO_2\text{max}$. Le $VO_2\text{max}$ est la quantité maximale d'oxygène qu'un individu est capable de consommer en une minute. Le $VO_2\text{max}$ peut être mesuré directement à l'aide d'appareils d'analyse des gaz expirés lors d'un exercice soutenu ou, plus fréquemment, estimé à partir des indices de performances et des réponses physiologiques lors d'un exercice physique (eg test du Rockport 1-mile [14]). L'oxygène étant le comburant indispensable pour le fonctionnement de la voie métabolique aérobie [15], le $VO_2\text{max}$ est un des meilleurs indicateurs de la condition cardiorespiratoire chez l'homme. La condition cardiovasculaire procure une information précise sur la relation entre l'activité physique et les fonctions cognitives, parce qu'elle est largement déterminée par les habitudes d'activité physique et qu'elle est basée sur des mesures physiologiques objectives.

Certains travaux concernant l'évolution de l'aptitude physique aérobie en fonction de l'âge ont mis en évidence une diminution de 10 % du $VO_2\text{max}$ par

décennie à partir de 25 ans [16, 17]. Toutefois, il semblerait qu'à quantité et intensité égales d'entraînement chez de jeunes athlètes (âge moyen 22 ans) et des vétérans (âge moyen 60 ans), le $VO_2\text{max}$ des vétérans n'était que de 15 % inférieur à celui des jeunes athlètes, mais il était deux fois supérieur à celui d'un groupe de personnes âgées sédentaires étudié parallèlement [16]. Ainsi le déclin du $VO_2\text{max}$ associé à l'âge dépendrait du niveau d'activité physique de l'individu. Il semblerait qu'une baisse de 10 % par décennie soit le reflet du déclin touchant la plupart des individus tous niveaux d'activité confondus, c'est-à-dire les athlètes, les gens actifs et les sédentaires.

Condition physique et vieillissement cognitif

Les études qui se sont intéressées à la relation entre la condition physique et les performances cognitives des personnes âgées suggèrent qu'un régime d'exercice durant toute la vie peut engendrer une facilitation de certains aspects de la cognition. Les premières évidences empiriques proviennent des études transversales qui ont comparé des personnes âgées et de jeunes adultes qui différaient quant à leur niveau de santé cardiorespiratoire. Spirduso [18] a comparé les performances de joueurs (jeunes et âgés) de sports de raquette ou de handball à celles de personnes inactives ou sédentaires, à des tâches de temps de réaction simple et de choix. L'auteur a observé que le temps de décision et de production de la réponse était plus rapide chez les sportifs que chez les sédentaires. De plus, dans la tâche de temps de réaction simple, les performances (temps de décision) des personnes âgées sportifs étaient comparables à celles des jeunes sédentaires. De même, en comparant les performances de personnes âgées (55 à 91 ans) en bonne forme physique à celles de sédentaires dans des tâches de temps de réaction simple et de choix, Clarkson-Smith et Hartley [19] ont montré que les personnes en bonne condition physique répondaient plus rapidement. En outre, les auteurs ont observé que les performances des personnes sédentaires étaient plus sensibles à la difficulté de la tâche (augmentation des latences de réponses en fonction du nombre de choix de réponse). Clarkson-Smith et Hartley ont également observé des performances supérieures chez les gens actifs dans différentes tâches de mémoire de travail (empan de lettres, empan de mots). Pour leur part, Abourezk et Toole [20] ont comparé deux groupes de femmes dans la

Points clés

- Certaines fonctions cognitives (mémoire à court terme, vitesse de traitement, attention, capacités visuo-spatiales) sont sensibles aux effets du vieillissement.
- L'effet bénéfique de l'exercice physique aérobie ressort des études transversales et longitudinales, comme des études d'intervention.
- Les fonctions exécutives et les aspects contrôlés de l'attention sont les fonctions les plus sensibles aux effets de l'entraînement physique.
- Cet effet semble lié à une amélioration de la capacité respiratoire et n'est observé que pour l'exercice aérobie.

soixantaine avancée. Un groupe était composé de personnes pratiquant la marche, l'aérobic ou la danse, et l'autre groupe effectuait des étirements et des exercices de souplesse de façon régulière. Les performances des deux groupes étaient équivalentes pour le temps de réaction simple, mais à l'avantage des femmes actives, pour le temps de réaction de choix. Shay et Roth [21], quant à eux, ont observé une meilleure performance des personnes âgées actives dans certaines tâches visuelles impliquant la mémoire visuelle ou l'assemblage visuel. L'avantage que montrent les personnes en bonne santé physique aux épreuves de temps de réaction pourrait s'expliquer en partie par de meilleurs processus de préparation à répondre. En effet, Hillman *et al.* [22] ont récemment comparé les réponses électrophysiologiques de type potentiels évoqués cognitifs chez les personnes âgées et jeunes en bonne santé physique et sédentaires lors d'une tâche de discrimination visuelle avec composante motrice. Les auteurs ont mis en évidence, chez les personnes jeunes et âgées en bonne condition physique, une amplitude réduite de la CNV (*contingent negative variation*), un marqueur électrophysiologique de la préparation, ce qui suggère une économie de ressources cognitives associées à la préparation d'une réponse psychomotrice.

La relation entre la condition physique et le fonctionnement cognitif a également été observée dans les études longitudinales. Barnes *et al.* [13] ont étudié 349 participants âgés de 65 ans et plus, physiquement actifs, qu'ils ont divisé en trois groupes selon le niveau initial de $VO_2\text{max}$, évalués à un temps fixe et 6 ans plus tard. Ils ont administré à toutes les personnes une batterie de tests neuropsychologiques (*mini-mental state examination* (MMSE), *trail making test* partie B, épreuve de Stroop, sous-test de substitution de la WAIS-III, *California verbal learning test* (CVLT) et épreuve de fluence verbale). Les auteurs ont observé que la condition cardiorespiratoire au début de l'étude était associée de façon positive à de meilleures performances aux tests cognitifs, ainsi qu'à une préservation des fonctions cognitives après une période de 6 ans. Plus précisément, les personnes les plus en forme ont obtenu de meilleurs résultats pour les tests faisant appel aux fonctions exécutives (*trail making test* partie B, épreuve de Stroop, sous-test de substitution) et à la mémoire à court terme (rappel immédiat du CVLT). Dans une autre étude incluant 5 925 femmes, Yaffe *et al.* [23] ont montré que les femmes présentant un plus haut niveau d'activité physique étaient moins

sujettes au déclin cognitif, évalué à l'aide du MMSE, lors d'un suivi de 6 et 8 ans.

En résumé, il semble qu'une bonne condition physique pourrait compenser en partie le ralentissement observé dans les épreuves de temps de réaction chez les personnes âgées saines et que l'avantage des personnes en bonne condition physique pourrait être associé à une meilleure préservation des processus de préparation à répondre. De plus, un bon niveau de condition physique serait associé à de meilleures performances dans des tâches faisant appel à différentes composantes des fonctions exécutives, telles l'inhibition, la flexibilité mentale et la vitesse psychomotrice, ainsi que dans les épreuves attentionnelles. Les résultats des études transversales suggèrent donc qu'un lien direct existe entre la santé cardiorespiratoire et la vitalité cognitive des personnes âgées. Toutefois, de tels résultats ne permettent pas de conclure à l'existence d'un lien causal entre l'activité physique et les fonctions cognitives. Il est toujours possible que les gens qui ont un fonctionnement cognitif plus élevé soient ceux qui restent plus actifs. Les effets positifs que montrent ces études transversales pourraient, notamment, refléter une prédisposition génétique des personnes pour les réponses rapides et justes, plutôt qu'un bénéfice de la condition aérobie provoqué par l'exercice. Seule la mise en évidence d'un lien causal entre la condition physique et la performance cognitive constituerait une démonstration convaincante que l'augmentation des capacités cardiorespiratoires constitue un moyen efficace d'améliorer les performances cognitives des personnes âgées.

Peut-on améliorer la vitalité cognitive des personnes âgées par l'activité physique ?

Les études d'intervention, dans lesquelles des personnes âgées physiquement inactives bénéficient d'un programme d'exercice régulier avec une intensité suffisante pour augmenter significativement leur niveau de condition physique, ont confirmé l'existence d'une relation positive entre le niveau de condition physique et la vitalité cognitive. La majeure partie de cette littérature porte sur l'effet des exercices aérobies comme la marche, le jogging léger, la course, le vélo stationnaire ou la danse. En général, les auteurs sélectionnent des participants dans la communauté qui sont relativement en bonne santé pour leur âge, mais plutôt inactifs, et les assignent aléatoirement à un groupe d'entraînement ou à un groupe contrôle qui ne reçoit aucun

traitement ou qui participe à des activités ne conduisant pas à une amélioration des fonctions cardiorespiratoires. La majorité des études d'intervention utilise une mesure d'absorption d'oxygène pour déterminer le niveau initial de la condition physique et ainsi quantifier l'amélioration observée au niveau de la santé cardiorespiratoire.

Dans le domaine de l'attention, des fonctions exécutives et de la vitesse de traitement (paradigme de temps de réaction), Dustman *et al.* [24] ont entraîné (marche rapide, jogging léger) 13 personnes, 3 fois par semaine pendant 4 mois, et ont comparé leurs performances cognitives à celles d'un groupe contrôle non-aérobie (flexibilité et étirement) et d'un groupe sans entraînement, à l'aide de différents tests. Ils ont observé une augmentation de la fonction cardiorespiratoire chez les personnes entraînées. L'entraînement aérobie était également associé à une amélioration significative de la vitesse psychomotrice (sous-test de substitution), du temps de réaction simple et de l'inhibition (épreuve de Stroop). Toutefois, l'entraînement physique semblait avoir peu d'effet sur la mémoire à court terme mesurée par une épreuve d'empan de chiffres. L'entraînement physique a donc des effets robustes mais sélectifs sur la cognition avec des bénéfices marqués sur les processus de contrôle exécutif. Pour leur part, Rikli et Edwards [25] ont effectué un programme d'intervention (marche rapide, danse aérobie) de 3 ans, 3 fois par semaine, avec des femmes âgées en moyenne de 70 ans. Leurs performances étaient comparées à celles d'un groupe contrôle n'ayant participé à aucun entraînement. Les auteurs ont montré une amélioration de la vitesse des réponses à la tâche de temps de réaction simple chez les personnes du groupe d'entraînement.

Quant aux fonctions exécutives, certaines études ont utilisé des tâches de type temps de réaction, mais qui permettaient d'isoler les composantes exécutives (*eg*, comparer les performances en attention divisée *versus* attention simple dans la même tâche). Hawkins *et al.* [26] ont mis en place un programme d'entraînement aquatique de 10 semaines. Les personnes âgées du groupe entraînement ont montré une amélioration dans les composantes dites exécutives des tâches de flexibilité attentionnelle et d'attention divisée, plus importante que dans les composantes non exécutives des tâches, mesurant davantage la vitesse de traitement de l'information. De plus, l'effet plus marqué de l'entraînement sur les fonctions exécutives a été reproduit dans une étude plus récente. Kramer *et al.* [27] ont comparé deux groupes de participants âgés sédentai-

res qu'ils ont assignés aléatoirement à un programme d'aérobie (marche) et un groupe d'exercice non-aérobie (étirement). Ils ont observé que les participants du groupe aérobie affichaient une amélioration des performances à plusieurs tâches cognitives et ce, davantage dans les composantes exécutives des tâches. Ces résultats ont été observés dans une variété de tâches sollicitant les mécanismes de contrôle exécutif, comme la tâche de compatibilité de réponse, le paradigme de transfert attentionnel (*task switching*) et le paradigme d'arrêt (*stop signal*). De plus, les auteurs ont observé une corrélation directe entre l'amélioration de la fonction cardiorespiratoire ($VO_2\max$) et la performance aux mesures des fonctions exécutives.

Il semble donc qu'une intervention visant l'amélioration des fonctions cardiorespiratoires entraîne de meilleures performances cognitives chez les personnes âgées et que les bénéfices soient plus marqués dans les tests mesurant les fonctions exécutives. C'est du moins ce que confirme une récente méta-analyse regroupant 18 études d'intervention chez des personnes âgées de 60 ans et plus [9]. De plus, dans cette étude, les auteurs ont montré qu'une intervention est plus efficace si la population à l'étude est composée de plus de 50 % de femmes, si le programme d'entraînement combine à la fois entraînement cardiorespiratoire, force musculaire et souplesse et dure plus de 30 minutes. Une intervention d'une durée de quelques mois seulement serait suffisante pour améliorer certaines fonctions cognitives déficitaires. Les résultats de cette méta-analyse mettent en évidence l'importance de prendre en compte le type d'entraînement utilisé dans les études, la durée de ces entraînements et la possibilité que les effets bénéfiques de l'entraînement diffèrent entre les hommes et les femmes. Les études futures permettront de mieux connaître l'impact de la condition physique sur la cognition en fonction des caractéristiques personnelles des individus (*eg*, genre, style de vie, etc.).

Effets neurobiologiques de l'activité physique

Bien qu'un nombre croissant d'études suggère que l'activité physique ait un effet bénéfique sur la cognition humaine, on connaît encore mal son impact d'un point de vue neurobiologique. Les données provenant des études animales suggèrent qu'un exercice prolongé aurait des conséquences significatives, à long terme, sur les comportements et la plasticité neuronale. À titre d'exemple, plusieurs études ont rapporté

que, chez les rats, le taux de certaines neurotrophines, tel le BDNF (*brain derived neurotrophic factor*), augmente à la suite d'une période d'exercice prolongée [28-31]. Cette régulation à la hausse du BDNF, combinée à la plasticité vasculaire, engendrerait une synaptogenèse et une neurogenèse dans les régions du cerveau où on retrouve généralement peu de prolifération neuronale [32]. Une augmentation du nombre de nouvelles cellules nerveuses dans l'hippocampe de la souris [33] et du taux de prolifération neuronale dans le gyrus denté des rongeurs [34] a également été observée suite à un exercice physique. Il a aussi été montré que l'angiogenèse (formation de nouveaux capillaires sanguins à partir de vaisseaux sanguins existants) débute rapidement après le début d'un programme d'exercice volontaire (dans les 3 jours) et que cette croissance coïncide dans le temps avec un niveau élevé de la performance physique. De plus, l'angiogenèse est une conséquence naturelle d'une activité physique importante et de l'augmentation concomitante de l'activité neuronale. Ainsi, Black *et al.* [35] ont trouvé une augmentation de la densité capillaire dans le cervelet de rats s'exerçant sur une roue porteuse (*running wheel*). L'activité physique pourrait également avoir un effet direct sur les neurotransmetteurs. En effet, certains chercheurs ont observé qu'une augmentation de la condition aérobie (engendrée par la course) augmente la capture de choline (précurseur de l'acétylcholine) au niveau cortical et favorise la densité des récepteurs de dopamine dans le cerveau de rats âgés [36].

Enfin, sur le plan comportemental, plusieurs études ont rapporté que les animaux qui participaient à un régime d'exercice prolongé montraient des performances significativement meilleures dans une variété de tâche d'apprentissage spatial [36-38]. Les recherches utilisant un modèle animal permettent donc d'établir des pistes d'investigation quant à l'effet de l'exercice aérobie sur le cerveau humain à travers une variété de mécanismes cellulaires et moléculaires. Ainsi certains chercheurs ont proposé différentes hypothèses pour expliquer le lien entre la condition physique et la cognition chez l'homme, comme l'augmentation de la vascularisation des tissus du cerveau [39, 40].

Chez l'homme, le développement récent des méthodes de neuro-imagerie permet d'envisager le mode d'action de l'activité physique sur le fonctionnement cérébral. Par exemple, les découvertes récentes utilisant l'approche *voxel-based morphometric* (VBM), qui permet une analyse détaillée des images du cerveau à haute résolution, montrent que les pertes de la substance grise et de la substance blanche liées à l'âge

tendent à être plus élevées dans les régions frontales, préfrontales et temporales chez les personnes âgées [41, 42] et qu'un meilleur niveau de condition cardiorespiratoire, mesuré à l'aide du VO_2 max, est associé à une perte réduite de la substance grise et de la substance blanche dans les aires touchées. Ainsi, la condition cardiorespiratoire aurait des effets significatifs sur les régions corticales qui sont fortement associées à l'intégrité des processus cognitifs qui supportent les fonctions exécutives. De tels résultats suggèrent que les effets complexes de l'amélioration et du maintien de la condition physique sur les structures et fonctions du cerveau pourraient jouer un rôle positif de défense contre les déclinés cognitifs associés à l'âge [43].

Conclusion

À la lumière des études récentes portant sur la condition physique des personnes âgées et le vieillissement cognitif, il s'avère évident que la pratique régulière d'une activité physique peut jouer un rôle crucial sur la vitalité cognitive des personnes âgées, en modulant le déclin de plusieurs fonctions. La relation positive entre la santé physique et la cognition, mise en lumière dans les études transversales, a récemment été confirmée par plusieurs études d'intervention dans lesquelles les personnes âgées participaient à un programme d'entraînement aérobie. Évidemment, on pourrait argumenter que le contact social associé à ce type d'intervention puisse jouer un rôle dans l'amélioration des performances cognitives observées chez les personnes entraînées. Sans écarter totalement cette possibilité, il est important de noter que les études impliquant des groupes contrôles effectuant des exercices de souplesse et d'étirement [27] ne montrent pas d'effets bénéfiques. Les critiques des études d'entraînement physique peuvent également souligner la possibilité d'un biais de sélection des participants. Il est évident que ce type d'étude attire le plus souvent des personnes ayant déjà un bon niveau de santé physique, car il s'agit de programme impliquant une participation active (le plus souvent 1 heure, 3 fois par semaine pendant plusieurs mois). Toutefois, indépendamment de leur niveau de santé, il semble crucial de proposer aux personnes âgées des activités d'entraînement physique qui permettent d'améliorer la santé cardiorespiratoire tout en étant suffisamment conviviales pour favoriser l'adhérence. Des études futures s'intéressant aux personnes âgées très sédentaires ou présentant certaines limites fonctionnelles, permettront de

mieux comprendre la relation entre l'activité physique et la cognition chez les personnes âgées et de s'assurer que les résultats rapportés dans la plupart des études sont généralisables à l'ensemble des personnes âgées. Ces études nous permettront également d'évaluer si l'activité physique constitue un mode d'intervention prometteur qui peut réellement répondre aux besoins de la population vieillissante. De telles connaissances pourraient s'avérer importantes pour établir les bases

scientifiques de programmes efficaces de prévention et d'intervention favorisant le développement et le maintien de la vitalité cognitive des personnes âgées.

Remerciements. Les auteurs reçoivent l'appui du Fond de Recherche en Santé du Québec (FRSQ) (Chercheur boursier à Louis Bherer), de l'Université du Québec à Montréal (Bourse d'excellence à Mélanie Renaud) et du Réseau de Formation interdisciplinaire en Recherche en Santé et Vieillesse (Bourse de doctorat à Mélanie Renaud).

Références

- United Nations. World population prospects : the 2004 revision population database (page consultée le 28 février 2004) <http://esa.un.org/unpp/p2k0data.asp>.
- Pescatello LS, DiPietro L. Physical activity in older adults : an overview on health benefits. *Sports Med* 1993 ; 15 : 353-64.
- Paffenbarger RS, Hale WE. Work activity and coronary heart mortality. *N Engl J Med* 1975 ; 292 : 545-50.
- Paffenbarger RS, Wing AL, Hyde RT. Physical activity as an index of heart attack risk in college alumni. *Am J Epidemiol* 1978 ; 108 : 161-75.
- Blair SN, Applegate WB, Dunn AL, Ettinger WH, Haskell WL, King AC, *et al.*, for the Activity Counseling Trial Research Group. Activity counseling trial (ACT) : rationale, design and methods. *Med Sci Sports Exerc* 1998 ; 30 : 1097-106.
- Bouchard C, Després J. Physical activity and health : atherosclerotic, metabolic and hypertensive diseases. *Res Q Exerc Sport* 1995 ; 66 : 268-75.
- Cotman CW, Engesser-Cesar C. Exercise enhances and protects brain function. *Exerc Sport Sci Rev* 2002 ; 30 : 75-9.
- Silver MH, Jilinskaia E, Perls TT. Cognitive functional status of age-confirmed centenarians in a population-based study. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci* 2001 ; 56 : 134-40.
- Colcombe S, Kramer AF. Fitness effects on the cognitive function of older adults : a meta-analytic study. *Psychol Sci* 2003 ; 14 : 125-30.
- Park DC, Gutches AH. Aging, cognition and culture : a neuroscientific perspective. *Neurosci Biobehav Rev* 2002 ; 26 : 859-67.
- Bherer L, Belleville S, Hudon C. Le déclin des fonctions exécutives au cours du vieillissement normal, dans la maladie d'Alzheimer et dans la démence fronto-temporale. *Psychol Neuropsychiatr Vieil* 2004 ; 2 : 1-9.
- Kramer AF, Bherer L, Colcombe SJ, Dong W, Greenough WT. Environmental influences on cognitive and brain plasticity during aging. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2004 ; 59 : M940-M957.
- Barnes DE, Yaffe K, Satariano WA, Tager IB. A longitudinal study of cardiorespiratory fitness and cognitive function in healthy older adults. *J Am Geriatr Soc* 2003 ; 51 : 459-65.
- Kline GM, Pocari JP, Hintemeister R, Freedson PS, Ward A, McCarron RF, *et al.* Estimation of $\dot{V}O_2$ max from a 1-mile track walk, gender, age, and body weight. *Med Sci Sports Exerc* 1987 ; 19 : 353-9.
- Préfaut C, Fabre C, Masse-Biron J. Aptitude physique aérobie et vieillissement. Effets de l'entraînement. In : Périé H, Jeandel C, eds. *Réussir son avancée en âge. Évaluation des activités physiques en gérontologie*. Paris : Frison-Roche, 1998 : 27-39.
- Heath GW, Hagberg JM, Ehsani AA, Holoszy JO. A physiological comparison of young and older endurance athletes. *J Appl Physiol* 1981 ; 51 : 634-40.
- Hawkins S, Wiswell R. Rate and mechanism of maximal oxygen consumption decline with aging : implications for exercise training. *Sports Med* 2003 ; 33 : 877-88.
- Spirduso WW. Reaction and movement time as a function of age and physical activity level. *J Gerontol* 1975 ; 30 : 435-40.
- Clarkson-Smith L, Hartley AA. Relationships between physical exercise and cognitive abilities in older adults. *Psychol Aging* 1989 ; 4 : 183-9.
- Abourezk T, Toole T. Effect of task complexity on the relationship between physical fitness and reaction time in older women. *J Aging Phys Act* 1995 ; 3 : 251-60.
- Shay KA, Roth DL. Association between aerobic fitness and visuospatial performance in healthy older adults. *Psychol Aging* 1992 ; 7 : 15-24.
- Hillman CH, Weiss EP, Hagberg JM, Hatfield BD. The relationship of age and cardiovascular fitness to cognitive and motor processes. *Psychophysiology* 2002 ; 39 : 303-12.
- Yaffe K, Barnes D, Nevitt M, Lui LY, Covinsky K. A prospective study of physical activity and cognitive decline in elderly women. *Women Who Walk. Arch Intern Med* 2001 ; 161 : 1703-8.
- Dustman RE, Ruhling RO, Russell EM, Shearer DE, Bonekat HW, Shigeoka JW, *et al.* Aerobic exercise training and improved neuropsychological function of older individuals. *Neurobiol Aging* 1984 ; 5 : 35-42.
- Rikli RE, Edwards DJ. Effects of a three-year exercise program on motor function and cognitive processing speed in older women. *Res Q Exerc Sport* 1991 ; 62 : 61-7.
- Hawkins HL, Kramer AF, Capaldi D. Aging, exercise and attention. *Psychol Aging* 1992 ; 7 : 643-53.
- Kramer AF, Hahn S, Cohen NJ, Banich MT, McAuley E, Harrison CR, *et al.* Ageing, fitness and neurocognitive function. *Nature* 1999 ; 400 : 418-9.
- Gomez-Pinilla F, Dao L, Vannarith S. Physical exercise induces FGF-2 and its mRNA in the hippocampus. *Brain Res* 1997 ; 764 : 1-8.
- Gomez-Pinilla F, So V, Kesslak JP. Spatial learning and physical activity contribute to the induction of fibroblast growth factor : neural substrates for increased cognition associated with exercise. *Neuroscience* 1998 ; 85 : 53-61.
- Neeper SA, Gomez-Pinilla F, Choe J, Cotman C. Exercise and brain neurotrophins. *Nature* 1995 ; 373 : 109.

31. Russo Neustadt A, Ha T, Ramirez R, Kesslak JP. Physical activity-antidepressant treatment combination : impact of brain-derived neurotrophic factor and behaviour in an animal model. *Behav Brain Res* 2001 ; 120 : 87-95.
32. Pencea V, Bingaman KD, Wiegand SJ, Luskin MB. Infusion of brain-derived neurotrophic factor into the lateral ventricle of the adult rat leads to new neurons in the parenchyma of the striatum, septum, thalamus, and hypothalamus. *J Neurosci* 2001 ; 21 : 6706-17.
33. van Praag H, Christie BR, Sejnowski TJ, Gage FH. Running enhances neurogenesis, learning, and long-term potentiation in mice. *Proc Natl Acad Sci USA* 1999 ; 96 : 13427-31.
34. van Praag H, Kempermann G, Gage FH. Running increases cell proliferation and neurogenesis in the adult mouse dentate gyrus. *Nat Neurosci* 1999 ; 2 : 266-70.
35. Black JE, Isaacs KR, Anderson BJ, Alcantara AA, Greenough WT. Learning causes synaptogenesis, whereas motor activity causes angiogenesis, in cerebellar cortex of adult rats. *Proc Natl Acad Sci USA* 1990 ; 87 : 5568-72.
36. Fordyce DE, Farrar RP. Physical activity effects on hippocampal and parietal cortical cholinergic function and spatial learning in F344 rats. *Behav Brain Res* 1991 ; 43 : 115-23.
37. Fordyce DE, Wehner JM. Physical activity enhances spatial learning performance with an associated alteration in hippocampal protein kinase C activity C57BL/6 and DBA/2 mice. *Brain Res* 1993 ; 619 : 111-9.
38. Anderson BJ, Rapp DN, Baek DH, McCloskey DP, Coburn-Litvak PS, Robinson JK. Exercise influences spatial learning in the radial arm maze. *Physiol Behav* 2000 ; 70 : 425-9.
39. Dustman RE, Emmerson RY, Ruhling RO, Shearer DE, Steinhaus LA, Johnson SC, et al. Age and fitness effects on EEG, ERPs, visual sensitivity, and cognition. *Neurobiol Aging* 1990 ; 11 : 193-200.
40. Rogers RL, Meyer JS, Mortel KF. After reaching retirement age physical activity sustains cerebral perfusion and cognition. *J Am Geriatr Soc* 1990 ; 38 : 123-8.
41. Colcombe S, Erickson KI, Raz N, Webb AG, Cohen NJ, McAuley E, et al. Aerobic fitness reduces brain tissue loss in aging humans. *J Gerontol* 2003 ; 58A : 176-80.
42. Raz N. Aging of the brain and its impact on cognitive performance : integration of structural and functional findings. In : Craik FIM, Salthouse TA, eds. *The handbook of aging and cognition*. New Jersey : Lawrence Erlbaum Associates, 2000 : 1-90.
43. Colcombe S, Kramer AF, Erickson KI, Scalf P, McAuley E, Cohen NJ, et al. Cardiovascular fitness, cortical plasticity and aging. *Proc Natl Acad Sci USA* 2004 ; 101 : 3316-21.